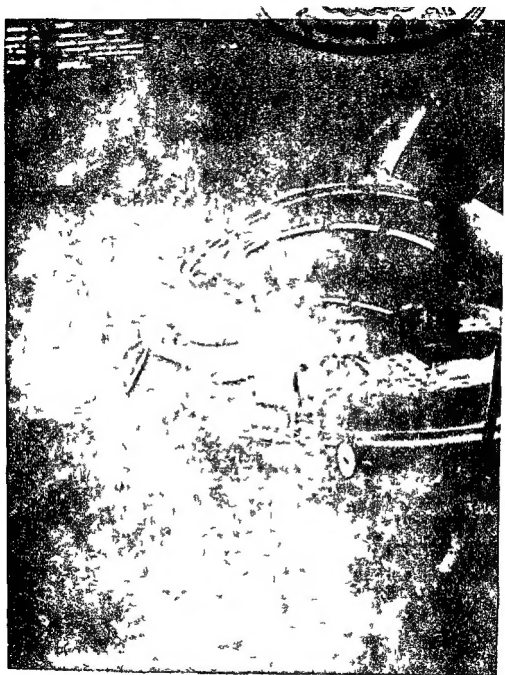


नये पदार्थ

नालन्दा पुस्तक सदन,
बी-३५ पश्चिमी विनोदनगर, मडावली, दिल्ली-११००९२

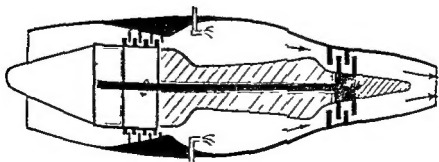


Welding titanium metal in a vacuum chamber

मानव ससाधन विकास मन्त्रालय (शिक्षा-विभाग) भारत सरकार द्वारा स्वीकृत

नए पदार्थ

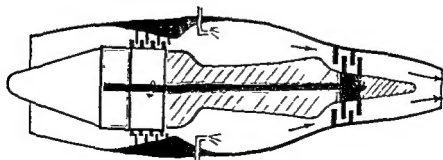
जिराल्ड लीच



मानव ससाधन विकास मन्त्रालय (शिक्षा-विभाग) भारत सरकार द्वारा स्वीकृत

नए पदार्थ

जिराल्ड लीच



केन्द्रीय हिन्दी निदेशालय (शिक्षण-मन्त्रालय) द्वारा
प्रकाशको के सहयोग से कार्यान्वित योजना के अन्तर्गत स्वीकृत ।

अनुवादक
डा० सत्यप्रकाश

पुनरीक्षक
के एन दुबे

मूल्य
पचास रुपये (50 00)

संस्करण
पहला 1990

प्रकाशक
भालूदा पुस्तक सदन,
भी 34 पश्चिमी विनोदनगर, महावली
दिल्ली 110092

मुद्रक
कावेरी प्रिन्टर्स प्रा० लि० नई दिल्ली 110002

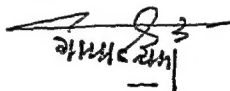
दो शब्द

हिन्दी के विकास और प्रसार के लिए शिक्षा मंत्रालय, भारत सरकार के तत्वावधान में पुस्तकों के प्रकाशन की विभिन्न योजनाएँ कार्यान्वित की जा रही हैं। हिन्दी में अभी तक ज्ञान विज्ञान के क्षेत्र में पर्याप्त साहित्य उपलब्ध नहीं है, इसलिए ऐसे साहित्य के प्रकाशन को विशेष प्रोत्साहन दिया जा रहा है। इन उद्देश्यों को सामने रखते हुए जो योजनाएँ बनाई गई हैं, उनमें से एक योजना प्रकाशकों के सहयोग से पुस्तकों के प्रकाशित करने की है। इस योजना के अधीन भारत सरकार प्रकाशित पुस्तकों की निश्चित राक्या में प्रतिपा छापीदकर उन्हें मजबूत पहुँचाती है।

प्रस्तुत पुस्तक इसी योजना के अन्तर्गत स्वीकृत है। पुस्तक में विज्ञान के अन्वेषकों का जीवन्त चित्र एवं उनकी उपलब्धियों को सरल भाषा एवं रोचक शैली में प्रस्तुत किया गया है। इसके अनुवाद और कभी राइट इत्यादि की व्यवस्था प्रकाशक ने स्वयं की है तथा इसमें शिक्षा मंत्रालय द्वारा स्वीकृत राक्यावली का उपयोग किया गया है।

हमें विश्वास है कि शासन और प्रकाशकों के सहयोग से प्रकाशित साहित्य हिन्दी के समृद्ध बनाने में सहायक सिद्ध होगा और साथ ही इसके द्वारा ज्ञान विज्ञान से सम्बन्धित अधिकाधिक पुस्तकें हिन्दी के पाठकों को उपलब्ध हो सकेंगी।

भाशा है यह योजना सभी क्षेत्रों में उत्तरोत्तर लोकप्रिय होगी।



क-राय हिन्दी निदेशालय
शिक्षा-मंत्रालय, भारत सरकार, नई दिल्ली

(गोपाल शर्मा)
निदेशक

LIST OF PLATES

मुख्य चित्र— निर्वात कक्ष में टिटैनियम धातु का बॉल्डिंग

- 1 कॉमट में नये पदार्थ प्रयुक्त किए जाते हैं।
- 2 1500 मील प्रति घंटा P 1 B लड़ाकू विमान में और भी नए पदार्थ प्रयुक्त होते हैं, य ऊष्मा अवरोध को भी पार कर जाता है।
- 3 एक अमरीकी उपग्रह या मनुष्य निर्मित चन्द्रमा । इसका खोल मैग्नीशियम मिश्रधातु का बना होता है।
- 4 उपग्रह प्रक्षिप्त करने वाला रॉकेट, प्रक्षेप के लिए तैयार।
- 5 एक अन्य प्रकार का रॉकेट घातक 'फायरस्ट्रीक' दूरनियंत्रित प्रक्षेपास्त्र। इसकी श्वेत तप्त पूछ से अधिकांश धातुएं पिघल जाएगी।
- 6 ऊष्मा अवरोध का प्रभाव। इनमें से एक वायुयान साधारण इस्पात में बना है और दूसरा ऊष्मासह इस्पात से
- 7 डाउनरिए-स्वाटलैंड का आधुनिक परमाणु रिएक्टर। इस्पात के गोलाधर्म में कहीं ना कहीं सभी नई धातुएं मिलेगी।
- 8 जियोनियम—परमाणु शक्ति केन्द्रों और रासायनिक कारखाना के लिए नयी सक्षारण राशी धातु।
- 9 परमाणु रिएक्टर के लिए इस्पात का पात्र।
- 10 सागर से शक्ति। जीटा-हॉव्स की वह मशीन जिससे सूर्य से भी अधिक ताप उत्पन्न हो सकता है। बड़ी नलिका 3 इंच मोटी ऐल्यूमीनियम की बनी है और विद्युत केबिला पर प्लास्टिक फ्लूओन चढ़ा होता है।
- 11 विशाल बातया भट्टी जिसमें प्रतिदिन एक हजार टन इस्पात बन सघता है।
- 12 यह छोटा किन्तु जटिल सयंत्र टिटैनियम बनाने के लिए काम आता है—प्रतिदिन कुछ टन धातु बन सकती है।
- 13 आधुनिक कम्प्यूटर के पीछे तारों का जाल, इसमें कई हजार ट्रांजिस्टर होते हैं।
- 14 दा वैद्युत धातु—जर्मेनियम (ऊपर) और सिलिकन (नीचे) के बहुत शुद्ध क्रिस्टल
- 15 जर्मेनियम और सिलिकन क्रिस्टल बनाने का एक यंत्र
- 16 द्रव नाइलॉन को फुहारे के रूप में छोड़कर बारीक धागे बनाना
- 17 ठोस प्लास्टिक—पर्सपेक्स—गरम और नरम होने पर ढाले जा सकते हैं।
- 18 19 20 नाइलन का उपयोग कपड़ों रस्सों और तिरपाल तथा टायरों में।
- 21 प्लास्टिक कैसे बनाया जाता है। तेल से पैट्रोल और रसायन बनाने के लिए 'कैंट कैकर'
- 22 सिलिकन चिपकते नहीं। यहां रबड़ के टायर बनाने के साथ-साथ अन्दर सिलिकन छिड़के जा रहे हैं।
- 23 टेलीविजन के पर्दे बनाना ऊपर की नलिका P V C की है क्योंकि वह उस तेज अम्ल को सहन कर सकता है जो वाच पर सुलाई के काम आते हैं।
- 24 नया प्लास्टिक रबड़ यानी ब्यूटाकोन बनाना।
- 25 गरम स्थानों के लिए प्लास्टिक। पाइरोसीरम का बना दूरनियंत्रित प्रक्षेपास्त्र का नासिका-कोन।
- 26 पाइरोसीरम तांबे या इस्पात से भी अधिक ऊष्मासह है। ये तीन छड़ अभी भट्टी से निकाली गई हैं। केवल पाइरोसीरम की छड़ सीधी है तांबे की छड़ घुण्ट पिघल गई है।
- 27 वार के लिए प्लास्टिक। उस जेन्सन सैलून का बाहरी ढांचा तन्तु काच का बना है।
- 28 भविष्य का मकान। यह पुरा प्लास्टिक का बना मकान डिस्नेलैंड में है।

विषय-सूची

1	नये पदार्थ और जीवन की नई सुविधाएँ _____	9
2	नयी धातुएँ _____	15
3	विशाल श्रृंखलाएँ _____	32
4	प्लास्टिकों के उपयोग _____	50
5	भविष्य के पदार्थ _____	63
6	नए पदार्थों से संबंधित नये पेशे _____	68
7	पारिभाषिक शब्दावली _____	70

I नए पदार्थ और जीवन की नई सुविधाएँ

क्या आप जानते हैं कि यह शताब्दी सप्ताह के आरम्भ से अब तक सब से विचित्र और रोचक है? इस पुस्तक के चित्रों को देखने से आप समझ सकेंगे कि ऐसा क्या है।

उदाहरण के लिए कॉमेट (प्लेट I) को देखिए, अब तक बने वायुयानों में यह सब से सुन्दर नमूनों में से एक है। यह इतना तेज और धागरेखित लगता है मानो पुस्तक के पृष्ठ पर उड़ान भर रहा हो और हवा में सरसर करता हुआ न्यूयार्क, कैपटाउन या ताकियो जा रहा हो। परन्तु 50 वर्ष पहले इस प्रकार के यातायात विमान नहीं थे, और उस समय के वायुयान धागा से बंधी उड़ती हुई टोकरियों के समान लगते थे।

उड़ती टोकरियों से कॉमेट विमान एक भारी प्रगति है परन्तु यह कार्य कोई आसान नहीं था। जैसे जैसे वायुयान बड़े और तेजचाल वाले होते जाते हैं, वैसे वैसे कई प्रकार की समस्याएँ उठ खड़ी होती हैं। बड़े वायुयानों का भार भी अधिक होता है और भार ही वायुयान बनाने वालों का सबसे बड़ा दुश्मन होता है। इसपर पार पाने के लिए उन्हें हल्की धातुएँ प्रयुक्त करनी पड़ी। तेज गति से चलने वाले वायुयान दृढ़ और मजबूत होने चाहिए इसलिए डिजाइनरों को ऐसी धातुएँ प्रयुक्त करनी थी जो न केवल हल्की ही हो बल्कि दृढ़ और मजबूत भी हो। बड़े और तेज गति से चलने वाले वायुयानों के लिए अधिक शक्ति वाला इंजन होना चाहिए जिसका अर्थ है कि उनसे ताप भी अधिक उत्पन्न होगा। वे ऐसी धातुओं के बने हाने चाहिए जो अत्यधिक उष्मासह (heatproof) हों वे धातुएँ ऐसी होनी चाहिए जो लाल तप्त होने पर भी मजबूत और दृढ़ रह सकें।

कॉमेट जैसे विमान या इंगलिश इलेक्ट्रिक P 1B जेमे जेट लडाकू विमान के निर्माण करने वालों के सामने जो समस्याएँ आती हैं, वे उनमें से बहुत थोड़ी हैं। परन्तु उन्होंने इन्हें हल कर लिया है। अगर उन्होंने यह कार्य विशेष प्रकार की धातुओं और प्लास्टिक पदार्थों के उपयोग से किया है। यही वे नए पदार्थ हैं जिनके बारे में यह पुस्तक लिखी गई है।

यातायात विमान भी अब पुराने पड गए ह क्योंकि अमरीकनो ओर रूसिया ने अन्तरिक्ष मे उपग्रह ओर स्पूतनिक छोड दिए हे। ये छोटी छोटी प्रयोगशालाए, जो पथ्वी के गिद चक्कर लगा रही ह, ऐसे वज्ञानिक उपकरणा मे लेस ह जो अन्तरिक्ष का अन्वेषण करके चन्द्रमा ओर मंगल तक की अन्तरिक्ष यात्रा की सभावना को यथाथ बना रह हैं। (प्लेट 3)। प्लेट 4 के चित्र मे उन विशाल राकेटो का एक नमूना दिखाया गया हे जा इन्ह प्रक्षेपित करने के लिए प्रयुक्त किए जाते हे। य वेज्ञानिका के वर्पो के अथक परिश्रम का परिणाम ह, परन्तु डिजाइनरो की एक सव स बड़ी समस्या नए पदार्थों की खोज थी यानी ऐसी धातु आर प्लास्टिक जा प्रक्षेप की ऊष्मा आर प्रघात (shock) को तथा यान मे प्रयुक्त होने वाले अति सक्षारक इधनो को सहन कर सक।

अब जरा परमाणु शक्ति केन्द्र के चित्र (प्लेट 7) को देखे। परमाणु से शक्ति प्राप्त करने का स्वप्न पूरा हुआ। पचास वर्ष पूव वज्ञानिक कुछ भी नही जानते थे कि परमाणु क्या ह, वे देखने मे कैसे लगते है, पर अब वे उन्हें सस्ती बिजली पैदा करने के लिए प्रयुक्त कर सकते हे। परमाणु शक्ति का विकास तो वायुयान के विकास से भी अधिक तेजी से हुआ हे। यदि यह क्रम ससार के प्रत्येक दश म इसी दर से चलता रहे तो सभी देशो मे अगले दस से बीस वर्षों मे काफी मात्रा मे तथा सस्ती बिजली उपलब्ध हो सकेगी चाहे उनके पास कोयला आर तेल न भी हो। अभी यह कहना मुश्किल हे कि इसका सभी जगह लोगो के रहन सहन के स्तर पर कितना भारी प्रभाव पड़ेगा। यदि आप और भी आगे सोचे तो भविष्य और भी आशामय प्रतीत होता हे। यह है महासागरो स उपलब्ध होने वाली असीम तथा शक्ति। जीटा जसी मशीने (प्लेट 10) जिनका अन्तर-भाग सूर्य के समान गर्म हो जाता हे ओर जो सागर-जल से प्राप्त एक ईंधन का जलाकर विद्युत उत्पन्न करता ह, उस महान् प्रगति का दिगूदशक हे। सभवत तीस वर्ष मे ससार की शक्ति-समस्या समाप्त हो जाएगी।

अन्य कोन सी ऐसी चीजे हैं जिनसे यह शताब्दी इतनी रोचक हो गई है? ये हैं इलेक्ट्रॉनिक 'मिस्त्रिफ' जो जटिल समस्याओ को अच्छे से अच्छ गणितज्ञ से हजारा गुनी अधिक तेजी मे हल कर सकता है, टेलीविजन, रेडियो, रेडार, कार, नए नए रसायन, औषधियाँ आर दवाए नए नए प्रकार क कपडे जिनपर इम्नी करने की आवश्यकता नही हाती ओर जा कुछ ही घटा मे मूख जात हैं। यह सची अन्तहीन ह। इसके अतिरिक्त दैनिक उपयोग की हजारा ऐसी चीज है जा नए पदार्थ यानी प्लास्टिक स बनी होती है।

जब आपक माता पिता वाल अवस्था मे थे तब इन म से किसी चीज का भी आविष्कार नही हुआ था। इनम स कुछ पर साच विचार हा रहा था पर खल उमी

स्तर पर जिस पर हम मनुष्ययुक्त अन्तरिक्ष यान को मगल पर भेजने की कल्पना कर रहे हैं। वे भविष्य के स्वप्न मात्र थे। और अभी तो बीसवीं शताब्दी का अधिकांश भाग बीता है। शायद आप अपन जीवन काल में उन चीजों को देख सकेंगे और उपयोग कर सकेंगे जा अभी केवल कल्पना की बात है।

क्या आपने कभी साँचा है कि ये चीजे इतनी नई क्यों हैं? ये पिछले कुछ ही वर्षों के दारान इतनी तेजी से क्या बनीं?

इसका कारण यह है कि हम वैज्ञानिक युग में पहुँच गए हैं। पिछले कुछ वर्षों में सारी महत्वपूर्ण खोजें वैज्ञानिकों ने ही की हैं। वैज्ञानिकों ने पता लगाया कि परमाणु कैसे होते हैं, उनसे विद्युत् किस प्रकार उत्पन्न होती है। वैज्ञानिकों ने टेलीविजन, रेडार, और इलेक्ट्रॉनिक 'मास्तिष्क' ईजाद किया। वैज्ञानिकों ने पेनेसिलिन जैसी आर्पाधियाँ तैयार की और बताया कि वायुयान अधिक तंज कैसे उड़ सकते हैं। परन्तु इस पुस्तक का सबध एक सबसे महत्त्वपूर्ण खोज से है—यह है नए पदार्थ यानी नई धातुओं और नए प्लास्टिकों की खोज।

शायद आप माच रहे होंगे कि धातुएँ और प्लास्टिक न तो इतने नए ही हैं और न इतने महत्त्वपूर्ण ही। परन्तु वे वास्तव में हैं। क्या आप जानते हैं कि इन चीजों के बनाने में प्रयुक्त धातु और प्लास्टिक उतने ही नए हैं जितनी कि स्वयं ये नई वस्तुएँ। क्या आप जानते हैं कि उनके बिना इनमें से एक भी चीज का निमाण नहीं हो सकता था?

कुछ वर्ष पहले तक मनुष्य हर चीज का निर्माण ऐसे पदार्थों से करते थे जो भूमि से उपलब्ध हो सकती थी। उन्हें धातु और कोयला तथा तेल जमीन से खोद कर प्राप्त होते थे। उन्हें पेड़ों से लकड़ी और ऋपड़े बनाने के लिए ऊँट, फर और मिल्क जैसे पदार्थ जानवरों से प्राप्त होते थे। उन्हें हर चीज प्रकृति से प्राप्त होती थी। और आवश्यकता के लिये काफी मात्रा में प्राप्त होती थी।

उसका बाद दो बातें हुईं। वैज्ञानिकों ने ऐसी चीजे ईजाद की जो उन्हें उपलब्ध पदार्थों से नहीं बन सकती थी। उदाहरण के लिए परमाणु शक्ति केन्द्र—वैज्ञानिक उन्हें बनाना तो जानते थे पर वे इसलिए नहीं बना सकते थे कि उनके पास जो धातुएँ थी वे उपयुक्त नहीं थी। इसलिए उन्हें नई धातुओं की खोज करनी पड़ी। ये धातुएँ मिट्टी में थी, जिनका उपयोग अभी तक नहीं हो पाया था, परन्तु प्राप्त करना अत्यधिक कठिन था। यही कारण है कि पहले उन्हें कोई भी प्रयुक्त नहीं कर सका था।

रोमन जानते थे कि मिट्टी से 7 धातुएँ केने निकाली जा सकती हैं, इसलिए उनके पास चीज बनाने के लिए केवल सात धातुएँ उपलब्ध थी—लोहा, ताँबा,

सीसा, टिन, जिक, चादी और सोना। परन्तु रोमा यह भी जानते थे कि धातुओं को परस्पर मिलान से मिश्र धातुएँ बनती हैं। वे जानते थे कि ताँबे को टिन के साथ मिलाने से एक धातु कासा बनती है, जो ताँबे और टिन दोनों से ही अधिक दृढ़ होती है और यदि वे ताँबे के साथ जस्ता मिलाएँ तो एक अन्य मिश्रधातु पीतल बनती है। इस प्रकार विभिन्न चीजें बनाने के लिए उन्हें नौ धातुएँ उपलब्ध थीं—सात धातुएँ और दो मिश्र धातुएँ। बीसवीं शताब्दी के आरम्भ तक वैज्ञानिकों ने कई अन्य धातुएँ और सैंकड़ों मिश्रधातुएँ भी ज्ञात कर ली थीं। उनमें इस्पात भी था जो सब से महत्त्वपूर्ण मिश्रधातु है और लोह तथा कार्बन का मिश्रण है।

परन्तु ये सारी धातुएँ और मिश्रधातुएँ भी काफी न थीं। अपनी नई ईजादों के लिए वैज्ञानिकों को अधिक धातुओं और मिश्रधातुओं की आवश्यकता थी जो अधिक अच्छी भी होनी चाहिए थीं। इसलिए वे भूमि से और अधिक धातुएँ निकालने के प्रयत्न में लग गए। और उन्हें सफलता मिली—उन्होंने मालूम कर लिया कि 'नई धातुएँ' कैसे प्राप्त की जाएँ।

सब से पहली चीज यही थी। दूसरी चीज यह थी कि वैज्ञानिकों ने यह मालूम कर लिया कि प्राकृतिक स्रोतों से ऐसे नए पदार्थ कैसे बनाए जा सकते हैं जो प्रकृति स्वयं नहीं बना सकती, उन्होंने प्लास्टिक बनाना सीख लिया।

यदि आप अपने घर के आस पास देखें तो आपको कम से कम बीस चीजें प्लास्टिक की बनी हुई मालूम पड़ेगी। आपकी मेज का ऊपर का तखता प्लास्टिक का बना हो सकता है, आपके स्नानागार और रसोई में प्लास्टिक के पर्दे या अन्य चीजें हो सकती हैं, आपके रिजली के मॉकेट और स्विच निश्चय ही प्लास्टिक के बने होते हैं। शायद आप नाइलॉन और टेरीलीन के कपड़े पहनते होंगे वे भी वैसे ही प्लास्टिक के हैं जैसे प्लास्टिक की ऐश-ट्रे, लैम्प स्टैंड और प्लास्टिक के खाना खाने व पकाने के बर्तन भी। आप का मजन का ब्रश निश्चय ही प्लास्टिक का बना होता है—शायद हत्था पोलिस्टीन का और बाल नाइलॉन के बने होंगे। आप चाहें जहाँ भी हों, इससे आपका पीछा नहीं छूट सकता।

आगे प्लास्टिक के संबंध में दो अध्याय दिए गए हैं, परन्तु अगला अध्याय नई धातुओं के बारे में है, इसलिए हम पहले उन्हीं पर विचार करेंगे। चूँकि हमें अपनी सारी धातुएँ मिट्टी से ही प्राप्त होती हैं, अतः धातुएँ नई नहीं हैं जैसे प्लास्टिक है। क्या आपने टिटैनियम, जिकोनियम या बेरीलियम और जर्मेनियम का नाम सुना है? नई धातुओं में ये चार सब से महत्त्वपूर्ण हैं, फिर भी ये नाम अभी बड़े अजीब से लगते हैं।

ये नई हैं क्योंकि वैज्ञानिकों ने हाल ही में मालूम किया है कि इन्हें मिट्टी से कैसे निकाला जा सकता है हालाँकि उनके अस्तित्व के बारे में वर्षों पहले ही

जानकारी थी। परन्तु मिट्टी से नई धातुएँ निकालने की विधि की खोज में इतना समय क्यों लगा जबकि रोमन भी यह जानते थे कि सात धातुएँ कैसे प्राप्त की जा सकती हैं?

यह बहुत सरल है—धातुएँ मिट्टी में अन्य पदार्थों के साथ मिली हुई होती हैं और हमें उन्हें अलग करना होता है। कल्पना कीजिए कि सफेद चीनी भूरी चीनी के साथ मिली हो और यह मिश्रण गोद के एक सादर घोल में पड़ा हो। कल्पना कीजिए कि आप सफेद और भूरे दाना को अलग करना चाहते हैं। धातुओं का पृथक्करण करना भी इसी के समान है क्योंकि धातुएँ मिट्टी में न केवल अन्य पदार्थों के साथ मिली ही होती हैं, बल्कि वे उनसे प्रबल रासायनिक बंधन से चिपकी भी होती हैं। धातुओं का अलग करने से पहले हमें ये बंधन भी तोड़ने पड़ते हैं। परन्तु कुछ धातुओं का बंधन दूसरा ही तुलना में अधिक प्रबल होता है।

रोमन अपनी सात धातुएँ भट्टी में पका कर पृथक् करते थे। वे धातु आर अन्य पदार्थों के मिश्रण यानी अयस्क (Ore) के ढेर को गरम करते थे जिससे धातुएँ पिघल कर अलग निकल जाती थीं। दुबल बंधन वाली धातुओं को पृथक् करने के लिए तो यह विधि ठीक थी परन्तु प्रबल बंधन वाली धातुओं के पृथक्करण के लिए उपयुक्त नहीं थी। इसलिए रोमन सबसे आसानी से पृथक् हो सकने वाली सात धातुएँ ही पृथक् कर सके। वे धातुएँ जिनके बंधन सबसे प्रबल होते हैं, तब तक पृथक् नहीं की जा सकी जब तक कि वैज्ञानिकों ने विद्युत् और रासायन की जानकारी प्राप्त नहीं करली थी। क्योंकि प्रबल बंधन वाली धातुओं को केवल शक्तिशाली विद्युत् द्वारा प्रवाहित करके या जटिल रासायनिक विधियों द्वारा ही पृथक् किया जा सकता है। जब वैज्ञानिकों ने ये नई विधियाँ मालूम कर लीं तभी नई धातुएँ पृथक् की जा सकीं।

इन नई धातुओं में से कुछ के बंधन इतने प्रबल होते हैं कि उन्हें पृथक् करने के लिए भारी मात्रा में विद्युत् या बहुत लंबे रासायनिक प्रक्रमों की आवश्यकता पड़ती है। इसका अर्थ है कि कुछ नई धातुएँ अत्यधिक महंगी पड़ती हैं। उदाहरण के लिए जिकोनीयम को ही लीजिए। उसके पृथक्करण की अच्छी विधियाँ मालूम करने के लिए वर्षों के अनुसंधान के पश्चात् अब भी छड़ और ट्यूब के रूप में जिकोनीयम का मूल्य 12 पाउंड यानी लगभग 160 रुपये प्रति पाउंड है। इसकी तुलना में इस्पात केवल 4 पैसे यानी 4 आना प्रति पाउंड पड़ता है—चाकलेट से भी बहुत सस्ता।

इसलिए ये नई धातुएँ उतनी उदारता के साथ प्रयुक्त नहीं की जा सकती जितनी उदारता से पुल, रेल के इंजन या जहाज बनाने में इस्पात प्रयुक्त किया जाता है। चूँकि वे इतनी महंगी पड़ती हैं इसलिए डिजाइनर उनका उपयोग केवल तभी करता है जब ऐसा करना बहुत जरूरी हो और अन्य किसी चीज से काम न चल सके। वैज्ञानिक युग की कुछ चीजों में नई धातुओं के अतिरिक्त आर किसी

II नई धातुएँ

चिकने और धारारहित कॉमेट विमान के अन्दर दर्जना धातुएँ प्रयुक्त होती हैं। उनमें से धातु तो शायद ही काइ हो वे लगभग सभी मिश्रधातुएँ होती हैं—नई धातुओं के साथ मिल कर बनाइ गई नई मिश्रधातु। कॉमेट के निर्माण करने वाला को ये नई मिश्रधातुएँ कई कारणों से प्रयुक्त करनी पड़ी।

कॉमेट जैसा आधुनिक यानी विमान ऐसी धातुआ का बना होना चाहिए जो हल्की हो क्योंकि भारी धातुओं के प्रयोग से भार में जितनी अतिरिक्त वृद्धि होगी वह विमान उतना ही कम ईंधन सामान या यात्रियों को ले जाएगा जब तक कि उसके इंजन अधिक शक्तिशाली न हो। परन्तु अधिक शक्तिशाली इंजन भारी होते हैं इसलिए उनके लिए अतिरिक्त ईंधन का भार भी अधिक ही होगा।

जब कोई वायुयान तजी से जारहा हो तो उसपर जबरदस्त बल कार्य करते हैं जो उसे खींचते कर सकते हैं। जब भी वह घूमता है या ऊपर चढ़ता है तो ये बल उसके पंख फ्यूजलेज (fuselage) और पूछ को माड़ देते हैं और वे वायुयान के पंखों को उखाड़ने का प्रयत्न करते हैं और उसके समस्त ढाँचे को ही झगोड़ देते हैं। पराध्वनिक (Super sonic) लड़ाकू विमानों के पाइलेटों का कहना है कि 600 या 700 मील प्रतिघटा की चाल से उड़ान करना ऐसा ही है जैसे कि गढ़े वाली सड़क पर 60-70 मील प्रतिघटे की चाल से कार चलाना। केवल बहुत मजबूत धातुएँ ही इन परिस्थितियों को सहन कर सकती हैं।

बहुत कम धातुएँ अपन आप में मजबूत और हल्की होती हैं। इस्पात बहुत मजबूत है परन्तु बहुत भारी है, आर एल्यूमीनियम जो इस्पात से केवल एक तिहाई भारी है परन्तु बहुत कोमल और कमजोर है। दूसरी हल्की धातु मैगनीशियम के चार में भी यही बात है। कॉमेट का लगभग आधा भार एल्यूमीनियम और मैगनीशियम की मिश्रधातु का बना होता है—य मिश्रधातुएँ हल्की धातुओं जैसी हल्की और इस्पात जैसी मजबूत होती हैं।

कागज जोड़ने वाले एक क्लिप का मोडन का प्रयत्न कीजिए। आप देखेंगे कि वह तुरंत टूट जाता है। अब नाह या तावे के एक टुकड़े का भी इसी प्रकार मोड़ने

का प्रयत्न कीजिये और देखिये क्या होता है। जब धातुआ को लाखों बार मोड़ा मरोड़ा आर हिलाया जाता है, जैसा कि वायुयान में होता है तो वे थक जात है - उनमें थ्रान्ति (fatigue) हो जाती है। वास्तव में होता यह है कि वे अधिक भंगुर (Brittle) हो जाती है और भंगुर धातु का आसानी से दो भागों में तोड़ा जा सकता है। इसलिए वायुयान ऐसी धातुओं आर मिश्रधातुओं के बने होने चाहिए जिनमें थ्रान्ति न हो, वे बहुत दृढ़ धातुओं से निर्मित होनी चाहिए।

यदि कॉमेट में प्रयुक्त धातुओं का संस्कारण होना शुरू हो जाए तो आप जानते हैं कि क्या होगा? उनमें जग लग जाएगा। जैसा लोहे और इस्पात में मौसम के कारण जग लग जाता है। अधिकांश ऐल्यूमीनियम की मिश्रधातुएं भी मौसम के विरुद्ध जाराधी (rust proof) नहीं होती इसलिए किसी विधि से उन्हें सुरक्षित रखना पड़ता है। परन्तु जेट इंजन की लाल तप्त गैसों आर जेट इंजन तथा रॉकेटों में प्रयुक्त होने वाले इंधनों की तुलना में मौसम धातुओं का संस्कारण बहुत ही मद गति से करता है।

कॉमेट जैसा यातायान विमान के बनाने के लिए ऐसी धातुएं अच्छी रहेगी जो हल्की, मजबूत, दृढ़ आर संस्कारण-रोधी हो। परन्तु पराध्वनिक जेट लड़ाकू आर रॉकेट तथा दूरनियंत्रित क्षेपास्त्र (guided missile) आर भविष्य के पराध्वनिक विमानों के लिए ऐसी धातुएं काम नहीं देगी। उन्हें ऊष्मा सह भी होना जरूरी है।

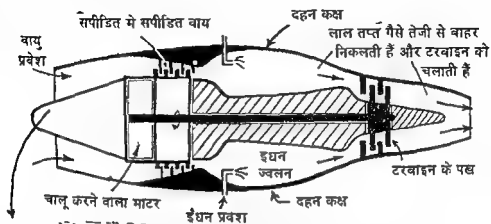
जब कोई चीज बहुत तीव्र वेग से उड़ रही हो तो हवा के घर्षण के कारण वह बहुत गरम हो जाती है। इस पुस्तक में एक जेट लड़ाकू वायुयान का फोटो है जो इंगलिश इलेक्ट्रिक P 1B है और 1,500 मील प्रति घंटा के वेग से उड़ सकता है (प्लेट 2) यह इतना गरम हो जाता है कि पाइलेट को अपने कॉकपिट (cockpit) में प्रशीतित्र की सहायता से ठंडा रखा जाता है। परन्तु यह उन दूरनियंत्रित प्रक्षेपास्त्र आर रॉकेटों की तुलना में कुछ भी नहीं है जो 3,000 मील प्रति घंटा की चाल से चलते हैं। इतनी तीव्र चाल होने पर रॉकेट का अग्रभाग (nose) इतना गरम हो जाता है कि वह विद्युत् अग्नि की लाल तप्त छड़ों की भांति दीप्त हो उठता है।

वैज्ञानिक इस समस्या को ऊष्मा अवरोध (heat barrier) कहते हैं परन्तु ध्वनि अवरोध (sound barrier) की तरह वायुयान इसे पार करने पर पुन सुरक्षित सीमा के अन्दर नहीं पहुंच पाते। वायुयान जितने अधिक तेज चलते हैं वे उतने ही अधिक गर्म हो जाते हैं। वास्तव में तेज चलने वाले वायुयान और यानीवाहक रॉकेटों के विकास में सबसे बड़ी समस्या ऊष्मा अवरोध की ही है। परन्तु धातुकर्मी (metallurgist) वायुयान की चाल का बढ़ाने में सहायता दे रहे हैं। उसके लिए वे ऐसी मिश्रधातु बना रहे हैं जो अधिक ऊष्मा सह हो। ध्वनि अवरोध का पार करने में पूर्व जेट इंजनों का स्वयं अपने ऊष्मा अवरोध को पार

नयी धातुएँ

करना होगा। क्योंकि जेट इंजनो में इंजन की चालू अवस्था में धातुएँ प्रायः लाल तप्त से भी अधिक तप्त हो जाती हैं।

जेट इंजन देखने में कुछ कुछ ऐसा लगता है



कुछ इंजनो में यह भी घूमता है और इसपर एक नाटक होता है।

दहन कक्षों का एक घेरा होता है जिसमें ईंधन और वायु का एक मिश्रण जलता है। इससे श्वेत तप्त गैसों की भारी मात्रा उत्पन्न होती है जो तेजी से हवा में बाहर निकलती है। इससे वायुयान आगे बढ़ता है। मार्ग में टरबाइन के पटला (blades) पर टकराती हैं और तीव्र चाल से घुमाती हैं। टरबाइन एक सर्पीडित्र (compressor) को चलाती है जो इंजन के अग्रभाग में लगा एक शक्तिशाली पंखा होता है और हवा का दबाकर दहन कक्ष की ओर धकेलता है जहाँ पहुँचकर वह जलती है। एक 'सरल' जेट इंजन की कार्य प्रणाली यही है, 'टरबो-प्रॉप' इंजन में टरबाइन नोदको को भी घुमाती है।

इस प्रकार के जेट इंजन में किस प्रकार की धातुएँ प्रयुक्त की जानी चाहिए? दहन कक्ष, टरबाइन के पटलो और सभी निर्वात नलियों को अत्यधिक ऊष्मा सह होना चाहिए। वे ऐसी धातुओं की बनी होनी चाहिए जो संक्षारण विरोधी हों, क्योंकि लाल तप्त गैसें धातुओं को मौसम से भी हजारों गुनी अधिक तेजी से गला देती हैं। (प्लेट 6) टरबाइन के पटल भी अत्यधिक दृढ़ होने चाहिए। टरबाइन एक मिनट में 16 000 बार घूर्णन करती है और प्रत्येक चक्कर में पटल मुड़ते हैं और बुरी तरह झझोड़े जाते हैं। इस प्रकार 5 घंटे में टरबाइन के पटल 40 लाख बार मुड़ते और हिलते हैं। वे अपने आप में प्रति मिनट 10 लाख बार मामूली कपन भी करते हैं। पटल अत्यधिक मजबूत भी होने चाहिए क्योंकि इतने प्रबल घूर्णन दर के कारण पटलों को खींचने के लिए और उन्हें अपने साँकेट से उखाड़ फेंकने के लिए तीव्र बल होते हैं। यदि टरबाइन के पटल हल्के भी हों तो ये बल इतने प्रबल नहीं

हागे। आप समझ सकते हैं कि टरबाइन के पटल वास्तव में किसी विशेष धातु के बने होने चाहिए।

उनकारणों में से कुछ यही हैं जिनसे वायुयान निर्माताओं को आधुनिक वायुयान और इंजन बनाने के लिए नई धातुएं और मिश्रधातुएं प्रयुक्त करनी पड़ती हैं। दूसरी नई चीज—उदाहरण के लिए परमाणु शक्ति केन्द्रों और रासायनिक फैक्ट्रियों के निर्माताओं के सामने भी ठीक ऐसी ही समस्याएं आती हैं। उन्हें भी ऐसी धातुओं की जरूरत होती है जो अत्यधिक ऊष्मा सह, या सक्षारण विरोधी, या दृढ़ और मजबूत हो। परमाणु शक्ति केन्द्रों में कुछ धातुएं विकिरण रोधी भी होनी चाहिए। डिजाइनर चाहे जो बना रहे हों। वे ऐसी धातुएं बना सकते हैं जो उस चीज के लिए बिल्कुल ठीक हो। परन्तु उन्हें कौन सी धातुएं उपलब्ध हैं?

कुल मिलाकर मिट्टी में 75 धातुएं होती हैं परन्तु उनमें से कुछ इतनी विरल हैं और उनके गुण इतने अनुपयुक्त हैं कि धातुकर्मी उनका उपयोग नहीं करते। इस प्रकार मिश्रधातु बनाने के लिए 50 धातुएं शेष रह जाती हैं।

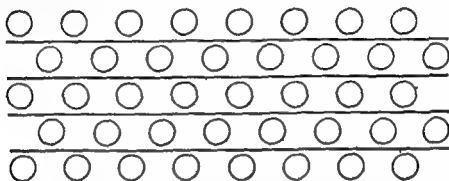
जब आपको केक बनानी हो, तो पहले आप थोड़ा आटा लेते हैं और उसमें अंडे, चीनी और फल मिलाते हैं जिससे वह जायकेदार हो जाए। जब धातुविशेषज्ञ मिश्रधातु बनाते हैं तो वे एक धातु लेते हैं, जिसे 'मूलधातु' कहते हैं, तब फिर उसे मजबूत और दृढ़ बनाने के लिए उसमें अन्य धातुएं मिलाते हैं। इन अन्य धातुओं को 'प्रबलकारी धातुएं' (strengthening metals) कहते हैं।

जैसाकि अगले पृष्ठ की सारणी को देखने से आपको पता चलेगा धातुविशेषज्ञ कई विभिन्न मूल धातुओं का उपयोग नहीं करते, परन्तु वे कुछ ही धातुओं में सभी प्रबलकारी धातुएं मिलाकर सैंकड़ों मिश्रधातुएं बना सकते हैं। इन मिश्रधातुओं में सब से महत्वपूर्ण हैं नए प्रकार के इस्पात जो 'पुरानी' मिश्रधातु—इस्पात में नई नई प्रबलकारी धातुएं मिलाकर बनाये जाते हैं। सारणी के नीचे वाले भाग में दिखाई गई वैद्युत धातुएं इलेक्ट्रॉनिक मस्तिष्क और लघुकृत (midget) वायरलेस और टेलीविजन कैमरे बनाने के लिए प्रयुक्त की जाती हैं।

जब आप फ्रूट केक खा रहे हो तो आपको उन्हीं पदार्थों का स्वाद आएगा जो उसमें डाले गए हैं कोई नया स्वाद नहीं होगा। परन्तु जब धातुकर्मी नई मिश्रधातुएं बनाते हैं तो उन्हें नए 'स्वाद' प्राप्त होते हैं। उन्हें मजबूत और दृढ़ मिश्रधातुएं प्राप्त होती हैं चाहे मिश्रधातु की अलग अलग धातुएं दुर्बल और कोमल ही क्यों न हो। उदाहरण के लिए ताँबा काफी दुर्बल और कोमल धातु है, वह सक्षारण रोधी भी है और उसे ढालना (shape) भी आसान होता है। और जस्ता एक अन्य सक्षारण विरोधी, दुर्बल और कोमल धातु है। वह कुद घूसर धातु जिसका लेप बाल्टियो, पानी की टकियों और नालीदार टीन की छता पर किया जाता है। परन्तु

जब आप ताँवे को पिघला कर उसमें जस्ता मिश्रित करते हैं तो उससे पीतल (brass) बनता है और पीतल सक्षारण विरोधी है, उसे ढालना सरल होता है और वह कठोर तथा मजबूत भी होती है। आप ताँवे में जितना अधिक जस्ता मिलाएँ, उससे बना पीतल उतना ही अधिक कठोर और मजबूत होगा। यह कैसे होता है?

धातु परमाणुओं की तहों की बनी होती हैं और देखने में ताश की गड्डी जैसी लगती हैं।



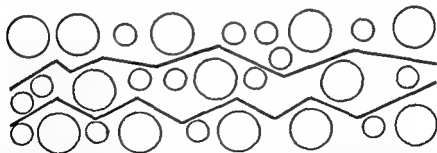
जब आप नए ताश के ऊपर के कुछ पत्तों को हल्की सी ठेल दें तो वे आसानी से फिसल जाएंगे। परन्तु यदि आप पुराने चिपकने वाले ताश के साथ ऐसा करें तो आपको कुछ जोर लगाना पड़ेगा, क्योंकि उस ताश के पत्ते कुछ चिपके चिपके से होंगे और ताश की गड्डी अधिक दृढ़ होगी। धातु में परमाणुओं की परतें अत्यधिक चिपकने वाली होती हैं क्योंकि वे परमाणुओं के बीच वैद्युत बलों के कारण परस्पर चिपकी होती हैं। परन्तु यदि आप काफी बल के साथ ठेले तो आप उन्हें भी फिसला सकते हैं।

पुरानी और नई धातुएँ और उनके उपयोग

'पुरानी' मूल धातुएँ। लगभग सारी मिश्रधातुएँ इन्हीं पर आधारित हैं।	लोहा (इस्पात के लिए), ताँबा, जस्ता, निकल, एल्युमिनियम, मैग्नीशियम, टिन और सीसा।
नए इस्पातों के लिए 'प्रबलकारी' धातुएँ	निकल, क्रोमियम, मोलीब्डेनम, मैंगनीज, कोबाल्ट, टंगस्टन, सिलिकन, वैनेडियम और टेलूरियम।

अन्य मिश्रधातुओं के लिए 'प्रबलकारी' धातुएँ	वैरीलियम, जिर्कोनियम, मैंगनीज, टिटैनियम, क्रोमियम, सिलिकन, जस्ता, ऐल्यूमिनियम, मैग्नीशियम, और लोहा। क्रोमियम, मैग्नीज और मैग्नीशियम ऐसी धातुओं में से हैं जो मिश्रधातु को मक्षारण विरोधी बनाती हैं।
परमाणु शक्ति केन्द्रों में प्रयुक्त होने वाली विशेष धातुएँ लगभग सब की सब नहीं हैं।	यूरेनियम, थोरियम और प्लूटोनियम (परमाणु इंधन), जिर्कोनियम, वैरीलियम, मोलीब्डेनम, टंगस्टन, टेन्टेलम, मैग्नीशियम, नियोबियम, वैनेडियम, सोडियम, कैडमियम, हेफनियम, सिल्वर (चाँदी) और भारी मात्राओं में इस्पात।
इनमें से कई धातुएँ—उदाहरण के लिए टिटैनियम और कोबाल्ट—नई मिश्रधातुएँ बनाने के लिए मूल धातु का काम भी करती हैं।	
वैद्युत धातुएँ	जर्मेनियम, सिलिकन और सेलीनियम

जब आप दो धातुओं को पिघलाकर उन्हें मिला देते हैं तब क्या होता है? जब वे पिघली होती हैं तो उनके परमाणु आपस में मिल जाते हैं। और जब वे पुन ठंडे होकर ठोस बनती हैं तो उनके परमाणु पुन परते बनाते हैं। परन्तु प्रत्येक परत में दो प्रकार के परमाणु होते हैं, और प्रत्येक धातु के परमाणुओं का आकार अन्य धातुओं के परमाणुओं से भिन्न होता है।



इसलिए जब दो धातुएँ एकसाथ ठंडी होती हैं तो उनसे बनी परतें रेत की सतह की तरह या आरी के दातों की तरह खुरदरी होती हैं। जैसा कि आप जानते हैं, ऐसी परतें एक दूसरे पर आसनी से नहीं फिसल सकती। मिश्रण अधिक मजबूत होता है और लगभग इसी कारण से अधिक कठोर भी होता है।

नयी धातुएँ

मिश्रधातु का यह चित्र अत्यधिक सरल करके बनाया गया है। धातुमिश्रण की क्रिया वास्तव में अत्यधिक जटिल होती है और केवल धातुओं के बारे में समस्त ज्ञान की सहायता का उपयोग करके ही धातुकर्मी उस विशेष मिश्रधातुओं को बना सकते हैं जो डिजाइनरों को जट्टे टरबाइन के पटल जैसी चीजें बनाने के लिए आवश्यक होती हैं। यह एक जटिल विद्या है परन्तु साथ साथ रोचक भी है, इस विज्ञान का भविष्य बहुत उज्ज्वल है। जैसा कि आगे इस अध्याय में आप देखेंगे नई मिश्रधातुओं के आवश्यक गुणों की कोई सीमा नहीं है। डिजाइनर, धातुकर्मी से हमेशा ही नई और अच्छी मिश्रधातुओं की मांग करते जाएंगे।

जब तक कि वायुयानों को 1 000 मील प्रति घंटा से अधिक तेज न चलना हो उन्हें दो हल्की धातुओं मैग्नीशियम और ऐल्यूमीनियम की मिश्रधातुओं से बनाया जा सकता है। कॉमेट और सभी आधुनिक विमान तथा लड़ाकू यान इसी श्रेणी में आते हैं।

इनमें से कुछ मिश्रधातुएँ बहुत मजबूत, दृढ़ और जग रोधी होती हैं। और साथ साथ वे हल्की भी होती हैं। इनमें से मैग्नीशियम और नई धातु जिर्कोनियम की बनी एक मिश्रधातु उतनी ही मजबूत होती है जितना कि मृदु इस्पात (mild steel) हालाँकि उसका वजन केवल एक चौथाई होता है। इन मिश्रधातुओं की सहायता से वायुयान डिजाइनर वायुयान के सैंकड़ों भाग बनाते हैं फ्यूसलेज के गर्डर (fuselage girders) पक्ष के अतिरिक्त भाग (wing spares) और बाहर का 'खोल' नीचे की गाड़ी की टांगे (under carriage legs) और यहाँ तक कि पिस्टन इंजन के भाग भी। परन्तु इनमें से कोई भी मिश्रधातु अधिक ऊष्मा रोधी नहीं है। दूरनियोजित प्रक्षेपास्त्र और अधिक गति वाले लड़ाकू विमानों का खोल बनाने के लिए वायुयान निर्माता टिटैनियम और अन्य धातुओं का उपयोग कर रहे हैं।

टिटैनियम को 'विचित्र धातु', 'जादुई धातु' और 'भविष्य की धातु' आदि नाम दिए गए हैं। यह एक हद तक उचित भी है। हालाँकि टिटैनियम की मिश्रधातुएँ ऐल्यूमीनियम और मैग्नीशियम की मिश्रधातुओं से भरी होती हैं परन्तु उनकी मजबूती बहुत अधिक होती है और वे 400° सेंटीग्रेड यानी पानी के क्वथनांक से 4 गुने ताप तक भी मजबूत और दृढ़ बनी रहती हैं। इसका अर्थ है कि टिटैनियम के बने वायुयान 2 200 मील प्रति घंटा तक उड़ सकते हैं और उनकी धातुएँ न दुबल होगी और न ही उनका क्षरण ही होगा। यदि उनके 'गर्म भाग' जैसे नासिका (nose) और पंखों के कोने आदि प्रशीतित्र (refrigerators) से ठंडे किए जाते रहे या ऊष्मा सह धातुओं और प्लास्टिकों के बने हों तो वे और भी तेज उड़ सकते हैं।

टिटैनियम की कई विभिन्न मिश्रधातुएँ हैं परन्तु इनमें से ऐल्यूमीनियम और मैग्नीज तथा ऐल्यूमीनियम और टिन को टिटैनियम के साथ मिलाने पर जो मिश्रधातुएँ बनती हैं वे सब से महत्वपूर्ण हैं। डिजाइनर और इंजीनियर इन्हें ऐसी जगह इस्तेमाल करते हैं जहाँ धातु अत्यधिक मजबूत, दृढ़, हल्की और सक्षारण-रोधी होनी चाहिए वशर्ते कि ताप बहुत अधिक न हो। इनका उपयोग जेट इंजन के संपीडन पक्ष, ये इंजन के ठंडे भाग में होते हैं, तथा निर्वात नलिकाएँ, मस्तूल की रस्मियाँ (shrouds) और खोल (cowls) बनाने के लिए किया जाता है। ऐल्यूमीनियम की मिश्रधातु से बने वायुयान उदाहरण के लिए कॉमेट के पखों के सामने के सिरे टिटैनियम के बनाए जाते हैं क्योंकि वह बहुत सक्षारण-रोधी होता है। वायुयान उद्योग के अतिरिक्त टिटैनियम की मिश्रधातुओं का उपयोग इंजीनियर रासायनिक फैक्ट्रियों में नलियाँ बनाने के लिए करते हैं क्योंकि उन्हें अत्यधिक सक्षारक रसायनों का बहन करना होता है।

आप यह न सोचें कि टिटैनियम जैसी 'विचित्र धातुओं' के उपयोगों की यह सूची बड़ी लंबी है। परन्तु अभी तो टिटैनियम में दो नुटियाँ हैं। 4000° सेटीग्रेड से ऊपर इसकी मिश्रधातुओं में भी मजबूती नहीं रहती और दूसरी यह कि यह धातु बहुत महंगी है।

अन्य नई धातुओं की भाँति इसे भी अयस्क से अलग करना बड़ा कठिन होता है। परन्तु यह तो अभी कठिनाई का आधा ही भाग है। असली कठिनाई उस समय होती है जब धातु गर्म हो और उसे ऑक्सीजन जैसी गैसों के साथ संयुक्त होने से रोकना हो क्योंकि यदि टिटैनियम में जरा सी भी ऑक्सीजन मिल जाए तो वह धातु बहुत भगुर हो जाती है। इसलिए पृथक्करण की कुल क्रिया को निर्वात में या आर्गन के वायुमण्डल में करना होता है क्योंकि वह गैस किसी के साथ भी संयुक्त नहीं होती। टिटैनियम को ट्यूब, छड़ या चादरो के रूप में निरूपित करने के लिए भी उसे निर्वात में पिघलाकर यह कार्य किया जाता है। (या फिर आर्गन के वायुमण्डल में किया जाता है, देखिए—मुख्य चित्र) जब धातु ठंडी हो तभी वह ऑक्सीजन से सुरक्षित रह सकती है। और तब वह वास्तव में बहुत सुरक्षित होती है—यही कारण है कि टिटैनियम इतना सक्षारण-रोधी है। परन्तु जब यह पुनः गर्म होती है और उसका ताप 4000° सेटीग्रेड से बढ़ जाता है तो दुबारा कठिनाई शुरू हो जाती है।

इन कठिनाइयों के होने पर भी आप टिटैनियम को 'विचित्र धातु' या 'भविष्य की धातु' कह सकते हैं। धातु कर्मों टिटैनियम के बारे में अधिकाधिक जानकारी प्राप्त करते जा रहे हैं और टिटैनियम की मिश्रधातुओं को और अधिक ऊष्मा सह बना रहे हैं। वे इसके पृथक्करण और शोधन की नई विधियाँ भी खोज रहे हैं।

इससे और भी अच्छा टिटैनियम बनाया जा सकेगा। जब यह सस्ता हो जाएगा और अधिक लोग इसका प्रयोग करने लगेंगे तब और अधिक टिटैनियम बनाया जाएगा और वह और भी सस्ता हो जाएगा। 1948 में शद्ध टिटैनियम का कुल उत्पादन 10 टन था। दस वर्ष बाद इसका उत्पादन तीन हजार गुना बढ़ गया और कीमत 1948 के मुकाबले में तिहाई हो गई।

बहुत अधिक गरम चीजे बनाने वाले डिजाइनरों को अन्य धातुएँ प्रयुक्त करनी पड़ती हैं। भविष्य में आप 3,000 से 5,000 मील प्रति घटा की चाल से चलने वाले वायुयान देखेंगे। उन्हें प्रशीतित्र से ठंडा रखना होगा और वे सभ्यत क्रोमियम और निकल पर आधारित मिश्रधातुओं के बने होंगे। क्रोमियम वह सफेद धातु है जो कारो के चम्पर, कार की बत्ती के किनारों और दरवाजों के हत्थों पर चढ़ी होती है। या फिर वे कई प्रकार के इस्पातों के बनाए जाएंगे जो अत्यधिक ऊष्मासह तथा संक्षारण-रोधी होती हैं।

अभी तो जेट इंजनों के निर्माता अपनी ऊष्मा समस्याओं पर पार पाने के लिए टरबाइन के पटल ऐसी धातुओं के बनाते हैं जिन्हें निमोनिक मिश्रधातुएँ (nimonic alloys) कहते हैं। वे निकल (लगभग 80%) और क्रोमियम (लगभग 20%) की मिश्रण होती हैं तथा उनमें प्रबलकारी धातु के रूप में थोड़ा टिटैनियम, कार्बन और एल्यूमीनियम होते हैं। वे जेट इंजन की गैसों को भी सहन कर सकती हैं। जो विद्युत आर्क से भी अधिक गरम होती है। इन गैसों में एल्यूमीनियम की मिश्रधातुएँ मक्खन की तरह पिघल जाएंगी।

परन्तु जेट इंजनों के निर्माताओं ने अभी से कहना शुरू कर दिया है कि निमोनिक मिश्रधातुएँ ओर अधिक उपयोगी नहीं हैं क्योंकि धातुकर्मों उन्हें और अधिक ऊष्मासह नहीं बना सकते। इंजनों के डिजाइनर ऐसे जेट इंजन बनाने का प्रयत्न कर रहे हैं जो अधिक शक्तिशाली हों परन्तु अधिक बड़े या भारी नहीं हों और इसका एकमात्र तरीका यही है कि वे अधिक गरम हों। इसलिए वे अब धातुकर्मियों से ऐसी धातुएँ बनाने के लिए कह रहे हैं जो 2,000 सेटीग्रेड पर भी मजबूत तथा दृढ़ रहे। यह ताप निकल के पिघलने के ताप से थोड़ा ही कम है।

धातुकर्मों उन्हें नई नई धातुओं की मिश्रधातुएँ दे रहे हैं उदाहरण के लिए जिकॉनियम, बेरीलियम, मोलीब्डेनम और नियोबियम। नियोबियम वास्तव में बहुत नई धातु है और वैज्ञानिकों को इसके बारे में अभी बहुत कुछ जानना बाकी है परन्तु उनका विचार है कि नियोबियम की मिश्रधातुएँ अन्य सभी से अधिक ऊष्मासह तथा संक्षारण-रोधी होंगी। भविष्य के टरबाइन पटल और जेट इंजनों के गरम भागों के लिए अन्य सभाव्य धातुएँ वे नए प्रकार के इस्पात हैं जिनमें

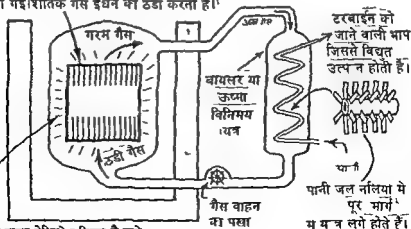
प्रबलकारी धातु के रूप में ऐल्यूमीनियम, बेरीलियम, कोबाल्ट, मॉलीब्डेनम, टिटैनियम, टंगस्टन और वैनेडियम का उपयोग होता है।

इनके अतिरिक्त अन्य प्रकार के इस्पात भी हैं और उनका उपयोग सैंकड़ों चीजों में होता है। उदाहरण के लिए मैन्गनीज मिश्रित इस्पात बहुत कठोर तथा दृढ़ होता है और पीटे जाने पर और भी अधिक कठोर हो जाता है। इंजीनियर इसका उपयोग शैल वेधक और रेलवे पारपथ बनाने के लिए करते हैं—वे साधारण इस्पात की तुलना में 20 गुने अधिक समय तक चलते हैं। इसके अतिरिक्त स्टेनलेस स्टील (इस्पात) होते हैं। साधारण स्टेनलेस इस्पात (जिसे चाकू, कैंची आदि बनाने के लिए प्रयुक्त किया जाता है) में लगभग 20 प्रतिशत क्रोमियम और 10 प्रतिशत निकल होता है परन्तु और अधिक निकल और क्रोमियम होने पर ये इस्पात इससे भी अधिक ताप और सक्षारक रसायनों को सहन कर सकते हैं।

इनका उपयोग भट्टियों (Furnace) रासायनिक फैक्टिरियों और परमाणु शक्ति केन्द्रों में किया जाता है।

इनमें से कुछ नए इस्पात अत्यधिक कठोर हैं इसलिए इन्हें कठोर धातुओं और मिश्रधातुओं को काटने तथा डालने वाले मशीनी औजार बनाने के लिए प्रयुक्त किया जा सकता है। परन्तु सब से कठोर धातुओं में इस्पात बिल्कुल नहीं होता। इनमें से एक जिसे टंगस्टन कार्बाइड कहते हैं। टंगस्टन कार्बन और कोबाल्ट का मिश्रण है। एक अन्य जिसे स्टेलाइट (Stellite) कहते हैं, टंगस्टन

क्रोड ग्रेफाइट की बनी है जिसमें अनेक छिद्र हैं। छिद्रों में इंधन है। छिद्रों में भेजी गई शीतक गैस इंधन को ठंडा करती है।



रिएक्टर बहुत रेडियो एक्टिव है उसे परिरक्षण के लिए मोटी कंक्रीट की दीवार होनी चाहिए।

क्रोमियम और कोबाल्ट का मिश्रण है। यह धातु तप्त होने पर भी कठोर रहती है। इसलिए इसे इजनों के वाल्व और वाल्व गाइड या मशीनी ओजस्वनायक काम में लाया जाता है।

अब जरा उन धातुओं पर विचार कीजिए जो वैज्ञानिकों की परमाणु शक्ति केन्द्रों में प्रयुक्त करनी होती हैं। परमाणु शक्ति केन्द्र का गर्भ उसका रिएक्टर है और रिएक्टर का गर्भ उसका परमाणु ईंधन यानी यूरेनियम है। यूरेनियम धातु के परमाणु छूट कर छोटे छर्रे छोड़ते हैं। जो परमाणु के भाग होते हैं और उन्हें न्यूट्रॉन कहते हैं। रिएक्टर में ये छर्रे इधर-उधर घूमते हैं। और यूरेनियम के अन्य परमाणुओं से टकराते हैं। इससे वे परमाणु टूट जाते हैं और उनसे दूसरे छर्रे यानी न्यूट्रॉन निकलते हैं। इसके फलस्वरूप यूरेनियम बहुत गर्म हो जाता है। यह ऊष्मा अत्यधिक दाब पर गैसा या सोडियम या पोटेशियम जैसी पिघली धातु द्वारा ऊष्मा विनिमय यंत्र (Heat exchangers) तक पहुँचाई जाती है। यहाँ ये गरम गैसे या द्रव जल में रखे हुए नलों में से गुजरती है और उसे वाष्प में परिवर्तित कर देती है। यह वाष्प वहाँ से चालक टरबाइन (drive Turbine) में ले जाई जाती है और उस से विद्युत उत्पन्न की जाती है।

अधिकांश रिएक्टरों में यूरेनियम ईंधन लची पतली छड़ों के रूप में होता है ताकि जला हुआ ईंधन उसमें से आसानी से निकाल कर उसके स्थान पर नया ईंधन रखा जा सके। (प्लेट 1) चूँकि जब यूरेनियम की छड़ों पर न्यूट्रॉन छर्रों की बौछार की जाती है तो वे फूल जाती हैं और झुक जाती हैं। इसलिए उन्हें धातु के बने डिब्बों में रखा जाता है। ये डिब्बे जिन धातुओं के बनाए जाते हैं वे वास्तव में बहुत विशेष प्रकार की होनी चाहिए। वे इतनी मजबूत होनी चाहिए कि यूरेनियम को फूलने से रोक सके, वे ऊष्मासह और विकिरण रोधी होनी चाहिए और वे ऐसी होनी चाहिए कि यूरेनियम से आकर टकराने वाले न्यूट्रॉन छर्रों को न रोकें। यूरेनियम के लिए डिब्बे बनाने के लिए प्रायः मैग्नीशियम और स्टेनलैस इस्पात का उपयोग किया जाता है परन्तु इस कार्य के लिए सब से अच्छी धातुएँ जिकॉनियम और बेरीलियम ही हैं।

जिकॉनियम का महत्त्व सब से पहले इसी कारण ज्ञात हुआ, परन्तु उसके बाद से अन्य उद्योगों में भी वैज्ञानिकों और डिजाइनरों ने इसकी मिश्रधातुओं का उपयोग शुरू कर दिया है। ये प्राप्त धातुओं में सब से अधिक जग रोधी मानी जाती है। केवल टेटेलम की अधिक जग रोधी होती है परन्तु जिकॉनियम से इतना अधिक महंगा है (जबकि जिकॉनियम स्वयं भी महंगा है) कि बहुत कम डिजाइनर इसका उपयोग करते हैं और वह भी तब जब कि ऐसा करना अनिवार्य हो। आधुनिक टरबाइन पटल बनाने के अतिरिक्त जिकॉनियम का उपयोग मनुष्य निर्मित तन्तु

उद्योग रासायनिक कारखानों और अमरीकी परमाणु शक्ति युक्त पनडुब्बी नाटिलस में भी किया जाता है जिसमें रिऐक्टरों में धातु प्रभावक सागर-जल (metal-attacking sea-water) प्रयुक्त किया जाता है। जिर्कोनियम मिश्रधातु उन कुछ पदार्थों में से है जो आजकल राकेट और दूरनियंत्रित प्रक्षेपास्त्रों में प्रयुक्त किये जाने वाले ठोस व द्रव ईंधनों से होने वाले ससारण का भी विरोध कर सकते हैं। (प्लेट 8)

परमाणु ऊर्जा के लिए दूसरी महत्वपूर्ण धातु बैरीलियम है। धातु कर्मियों ने मालूम किया है कि बैरीलियम जग ही एक ऐसी चीज है जो पिघली हुई यूरेनियम और थोरियम धातु को भी सहन कर सकती है थोरियम वह अन्य परमाणु ईंधन है जो यूरेनियम का स्थान ले सकता है क्योंकि इसे ढालना आसान होता है, और वह इतना फूलता या झुकता भी नहीं। धातुकर्मियों को थोरियम का प्रथक्करण करने के लिए उसे निर्वात में रखे बरतनों में पिघलाना पड़ता है। वे बरतन में बैरीलियम जग की एक तह चढ़ा देते हैं क्योंकि अन्य कोई भी चीज थोरियम के पिघलने के दौरान उस से संयुक्त हो जाएगी।

जिर्कोनियम की भाँति ही बैरीलियम भी परमाणु ऊर्जा के लिये एक धातु के रूप में ही आया परन्तु अब तक धातु-कर्मियों ने पता लगा लिया है कि उसके बने धातु मिश्रण अत्यधिक मजबूत होते हैं। यदि कॉपर यानी तांबे में बहुत थोड़ी मात्रा में भी बैरीलियम मिला दिया जाए तो उससे बनी मिश्रधातु मृदु इस्पात (mildsteel) से 3 गुनी अधिक मजबूत होती है (और तांबे से छ गुनी मजबूत) जबकि उसका विशेष रूप से ऊष्मण और शीतलन किया गया हो। इस प्रकार बने बैरीलियम तांबे और निकल बैरीलियम मिश्रधातुएँ सब से मजबूत पदार्थों में से हैं।

परन्तु अधिकांश नई धातुओं की भाँति बैरीलियम में भी कुछ कठिनाईयाँ हैं। उसे अयस्क से पृथक् करना अत्यधिक कठिन होता है। क्योंकि यह कार्य निर्वात में करना होता है और वह बहुत भगुर होता है। उसका शोधन करके उसकी कुछ भगुरता दूर की जा सकती है। परन्तु ढालने या मशीन बनाने की दृष्टि से वह फिर भी बहुत भगुर रहती है। इसके बजाए धातुकर्मों उसे चूर्णित कर लेते हैं। और तब उसे सपीडित करके उसी प्रकार विभिन्न आकार देते हैं जिस प्रकार गीले रेत को बरतन या बाल्टी में भर कर उसे विभिन्न आकार देते हैं। इस विधि को चूर्ण धातुकर्म (powder metallurgy) कहते हैं।

यह कार्य महंगा पड़ता है। परन्तु बैरीलियम के लिए यह लाभदायक है। उदाहरण के लिए बैरीलियम उन गिनी चुनी धातुओं में से है जो पिघले पोटैशियम और सोडियम को सहन कर सकती है। ये वे द्रव धातुएँ हैं जो कभी कभी परमाणु

रिएक्टर में से ऊष्मा बाहर निकालने के लिए प्रयुक्त की जाती हैं। वैज्ञानिकों को जितनी धातुएँ ज्ञात हैं उनमें ये दोनों सब से अधिक सक्षारक हैं। परन्तु फिर इनका उपयोग ही क्यों किया जाता है? इसका कारण यह है कि ये धातुएँ गैसों की तुलना में कहीं अधिक ऊष्मा का वहन कर सकती हैं। इनके उपयोग से वैज्ञानिक जगह की काफी बचत कर सकते हैं। अभी परमाणु शक्ति युक्त पनडुब्बियाँ बन चुकी हैं। रूसी वैज्ञानिक बरफ तोड़ने की मशीनों का एक परमाणु शक्ति संचालित दस्ता बना रहे हैं। और ब्रिटिश तथा अमरीकी इंजीनियर परमाणु रिएक्टर युक्त तेल के जहाज बना रहे हैं। परमाणु रिएक्टर बड़ी तथा भारी चीज है, उनमें जितने भार या स्थान की बचत की जा सके उतना ही अच्छा रहता है। शायद जल्दी ही परमाणु वैज्ञानिक और धातुकर्मी मिलकर ऐसे परमाणु शक्ति यूनिट बना लेंगे जिन्हें वायुयान में ले जाया जा सकेगा।

यदि आप किसी वायरलेस या टेलीविजन सेट के भीतर झाँक कर देखें तो उसमें कई कौंच या धातु के वाल्व दिखाई देंगे जिनकी संख्या छ से बारह तक हो सकती है। इलेक्ट्रॉनिक मस्तिष्क में 10 हजार से भी अधिक वाल्व हो सकते हैं। यदि उनका आकार आपके रेडियो के वाल्व के बराबर हो तो वह मस्तिष्क एक बड़े मकान के बराबर होगा। (प्लेट 13)

परन्तु वैज्ञानिकों ने छोटे वाल्व बनाना सीख लिया है जिन्हें ट्रांजिस्टर कहते हैं और उन्हें धातु या मिश्रधातु वैद्युत धातु की पतली चादरो से बनाया जाता है। ट्रांजिस्टर एक वाल्व से अधिकांश कार्य कर सकते हैं और साथ ही वे बहुत छोटे होते हैं और बहुत कम विद्युत खर्च करते हैं और कहीं अधिक मजबूत होते हैं। इसलिए वे वैद्युत मस्तिष्क के साथ साथ अन्य सभी प्रकार की चीजों में बड़े उपयोगी होते हैं। ट्रांजिस्टर के उपयोग से वैज्ञानिक बहुत छोटे आकार के और न टूटने वाले ग्रामोफोन, वायरलेस, टेलीविजन सेट, टेलीविजन कैमरे और बहारा-श्रवण सहायक सेट बनाए जा सकते हैं। और चूँकि वे इतने मजबूत होते हैं इसलिए ये ही वाल्व हैं जो राकेट और दूरनियंत्रित प्रक्षेपास्त्र नियंत्रण उपस्कर में उपयोग किये जा सकते हैं। वायुयान निर्माता भी इन्हीं का उपयोग कर रहे हैं। एक आधुनिक विमान में बहुत से रेडियो उपस्कर होते हैं। ट्रांजिस्टरों की मदद से इनको छोटा बनाया जा सकता है उन्हें बार बार मरम्मत की जरूरत नहीं होती और उनमें बहुत कम विद्युत खर्च होती है। केवल ट्रांजिस्टरों के उपयोग से ही वैज्ञानिक इतने छोटे उपकरण बना सके हैं जो कृत्रिम उपग्रह में जा सकते हैं और जो इतने हल्के और मजबूत हैं कि प्रक्षेप के आघात को सहन कर सकते हैं।

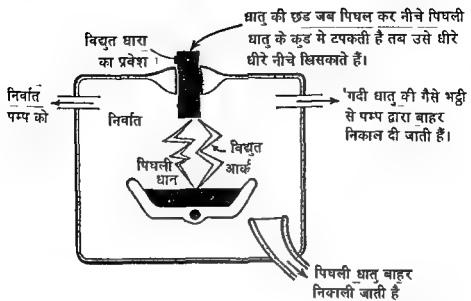
परन्तु ट्रांजिस्ट्रो की कुछ विशेष समस्याएँ होती हैं। उनमें प्रयुक्त धातु बहुत शुद्ध होनी चाहिए। उनकी अशुद्धता 10 करोड़ में एक अंश से भी कम होनी

चाहिए। वैज्ञानिकों ने इसकी भी विधियाँ खोज ली हैं। परन्तु इसका अर्थ यह है कि शुद्ध विद्युत धातुएँ बहुत महंगी पड़ती हैं। उदाहरण के लिए जर्मेनियम का मूल्य 500,000 पौंड प्रति टन पड़ता है हालांकि सौभाग्य से प्रत्येक ट्रांजिस्टर में बहुत थोड़ी मात्रा की ही आवश्यकता पड़ती है। (प्लेट 14 15)

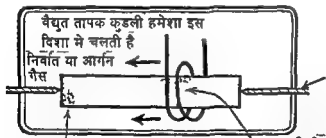
जेट इंजन, रसायन कारखाना और परमाणु-रिएक्टरों में प्रयुक्त हान वाली नई धातुओं को और भी कठिन शर्तों को पूरा करना है। ऐसा तभी कर सकती। वे हैं जब वे बिल्कुल स्वच्छ हो और उनमें कोई अपद्रव्य न हो। कोई भी धातु (पुरानी हो या नई) सुपर-ऊष्मासह अत्यधिक सक्षारण विरोधी, या दृढ़ और मजबूत नहीं हो सकती। जब तक कि वह शुद्ध न हो। और नई धातुएँ सहज ही गदी हो जाती हैं क्योंकि जब वे गर्म होती हैं तब उनके संपर्क में जो भी चीज होती है उसी से संयुक्त हो जाती है। इसलिए इसका एकमात्र तरीका यह है कि जब वे गर्म हो तब उनके सम्पर्क में कोई भी चीज न आए। नई धातुओं का पृथक्करण और ढलाई और बेल्डिंग या तो निर्वात में किया जाता है या आर्गन जैसी गैसों के वातावरण में किया जाता है जो उनके साथ संयुक्त नहीं होती।

निर्वात उत्पन्न करना इतना कठिन कार्य नहीं है। वैज्ञानिकों ने ऐसे पम्प ईजाद कर लिए हैं जो किसी कमरे की हवा की मूल अवस्था का 10 करोड़वां भाग ($1/100,000,000$) तक कम कर देते हैं। धातु के गर्म होते ही कठिनाईयाँ शुरू हो जाती हैं। साधारण ज्वाला तो बेकार होती है क्योंकि उसमें अप्रज्वलित गैस होती है, जिनको पिघली धातु ग्रहण कर लेती है। इसलिए उसके बजाए किसी विद्युत ज्ञापन विधि का उपयोग करना पड़ता है। इसका एक तरीका यह है कि निर्वात भट्टी (Vacuum furnace) के चारों तरफ केबल लपेटे जाएँ और उनमें उच्च आवृत्ति की धारा प्रवाहित की जाए। केबल स्वयं तो गर्म नहीं होंगी परन्तु भट्टी के अन्दर की धातुएँ गर्म हो जाएंगी। दूसरा तरीका यह है कि भट्टी के अन्दर रखी धातु और भट्टी की दीवार में लगी टंगस्टन या पिघलाई जाने वाली धातु की ही बनी एक छड़ के बीच एक विद्युत आर्क बिजली की तरह क्रोंधे। जिकोनीयम और टिटोनीयम प्रायः इसी विधि से पिघलाएँ और शुद्ध किए जाते हैं।

तडित आर्क धातु को गर्म कर देता है जिससे अपद्रव्य उबल कर धातु से उसी प्रकार निकल जाते हैं जिस प्रकार केतली के उबलते हुए पानी से भाप निकल जाती है। यह एक धीमी विधि है। क्योंकि 200 पौंड शुद्ध टिटोनीयम प्राप्त करने में दो दिन लग जाते हैं। इतने समय में वायुय भट्टी (blast furnace) 3,000 टन लाहा उत्पन्न कर सकती है। (प्लेट 11, 12)



अत्यन्त स्वच्छ जर्मेनियम जैसी 'वैद्युत' धातुओं को तैयार करने के लिए धातुकर्मी विशेषज्ञों ने एक बहुत अच्छी विधि निकाली है जिसे 'जोन मेल्टिंग' (zone melting) कहते हैं। वे एक जर्मेनियम की छड़ लेते हैं जिसे पहले से ही साफ किया जा चुका हो और उसपर एक कुंडली लपेटते हैं। जब वे कुंडली में धारा प्रवाहित करते हैं



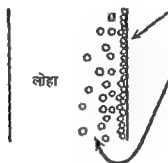
'मैल' इस सिर पर जमा होता है।

कुंडली के नीचे धातु की एक पिघली पट्टी या जोन होता है। इस पट्टी का मैल सतह पर आ जाता है। पिघला जोन विद्युत धाराओं द्वारा टिका रहता है।

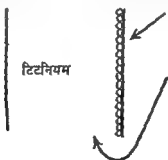
तो उसके नीचे की धातु पिघल जाती है और धातु के सभी अपद्रव्य उसके तल पर मैल के रूप में आ जाते हैं। इसके बाद वे कुंडली को धीरे-धीरे धातु की छड़ के दूसरे सिरे तक ले जाते हैं। यह कई बार दोहराया जाता है और कल प्रक्रम के बाद आपको जर्मेनियम की एक अत्यधिक शुद्ध छड़ प्राप्त हो जाती है जिसके अपद्रव्यो

का मेल एक सिरे पर जमा हो जाता है। इस सिरे को काट दीजिए और आपको शुद्ध धातु की छड़ प्राप्त हो जाएगी।

इन सभी प्रक्रमा में रुपया खर्च होता है इसलिए शुद्ध नई धातुओं का उपयोग इतना महंगा पड़ता है कि उन्हें दैनिक उपयोग की चीजों में प्रयुक्त नहीं किया जा सकता। इसके अतिरिक्त वे बहुत मात्रा में उपलब्ध नहीं हो सकती क्योंकि सस्तर की सब में बड़ी धातु शोधक भट्टी में भी एक समय में एक टन से अधिक धातु नहीं आ सकती। शुद्ध नई धातुएं अभी बहुत महंगी हैं और उन्हें केवल ऐसी चीजों में ही प्रयुक्त किया जा सकता है जिनमें वैज्ञानिकों, डिजाइनरों और इंजीनियरों को बड़ी मुश्किल शर्तें पूरी करनी होती हैं।

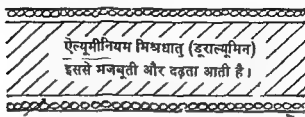


लोहे के परमाणु हवा में आक्सीजन के परमाणुओं के साथ संयुक्त होकर जंग (लोहे का ऑक्साइड) की परत बनाते हैं। वायु अब भी जंग की परत को पार करके आ सकती है। जिससे नीचे के लोहे पर बराबर जंग लगता रहता है।



टिटैनियम पर जंग या टिटैनियम ऑक्साइड की परत बनती है। परन्तु इस परत में हवा (या नमक तत्त्व जैसे या रसायन) पुनः पार आने में रुक जाते हैं।

बाहर की टिटैनियम आवसाइड की संक्षारण विरोधी परत के नीचे टिटैनियम का संक्षारण नहीं होता। शुद्ध ऐल्यूमीनियम भी टिटैनियम की तरह आचरण करता है परन्तु अधिकांश ऐल्यूमीनियम की मिश्रधातुएँ वैसा नहीं करती। इसलिए वायुयान के डिजाइनर निम्न प्रकार से पतें लगाते हैं।



इस प्रकार की लगी परतों को सने सै-डविच को एलक्लैड (Alclad) कहते हैं।

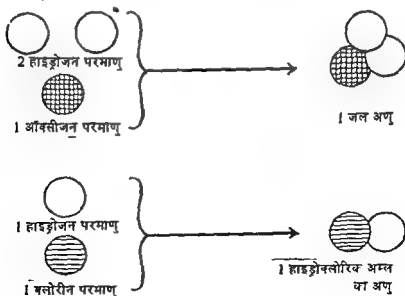
ऐल्यूमीनियम की पतली परतें जिनपर संक्षारण विरोधी ऐल्यूमीनियम आवसाइड की पतली परत चढ़ी रहती है।

शुद्ध ऐल्यूमीनियम की पतली परतें जिनपर संक्षारण विरोधी ऐल्यूमीनियम आवसाइड की पतली परत चढ़ी रहती है।

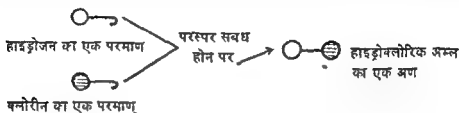
III विशाल श्रृंखलाएँ

प्रकृति ने 70 विभिन्न धातुएँ कैसे बनाई हैं? और वह ऑक्सीजन नाइट्रोजन हाइड्रोजन और आगन जैसी गैस तथा जल, मेथिलेटेड स्पिरिट, अल्कोहल जैसे द्रव और तेल कैसे बनाती है? ये सब एक दूसरे से भिन्न चीजें हैं उनकी इस भिन्नता का रहस्य क्या है?

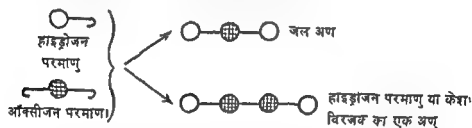
प्रकृति पृथ्वी पर सब चीजों का निर्माण परमाणुओं से करती है और कुल 92 प्रकार के परमाणु हैं—प्रत्येक प्राकृतिक तत्व का एक भिन्न परमाणु होता है। ऐल्यूमीनियम भी एक तत्व है यह ऐल्यूमीनियम के परमाणुओं से निर्मित है। ऑक्सीजन एक तत्व है वह ऑक्सीजन के परमाणुओं से निर्मित है आदि। परन्तु जल, जग, या नमक क्या हैं—ये तत्व नहीं हैं। प्रकृति इनका निर्माण विभिन्न प्रकार के परमाणुओं को संयुक्त करके एक ऐसे समूह के रूप में करती है, जिसे अणु (molecule) कहते हैं।



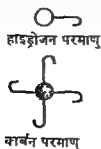
परन्तु परमाणु एक-दूसरे से कैसे सयुक्त होते हैं? प्रकृति उन्हें परस्पर बाधती है। वह प्रत्येक परमाणु को कुछ हुक (hook) प्रदान करती है। प्रकृति में केवल एक हुक होता है इसलिए जब वे आपस में सयुक्त होते हैं तो उनसे केवल एक प्रकार का अणु ही बन सकता है।



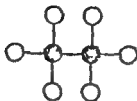
अन्य तत्वों में दो दो हुक होने हैं—वे एक से अधिक प्रकार के अणु बना सकते हैं। यहाँ एक उदाहरण दिया गया है कि 'दो हुक वाले' ऑक्सीजन परमाणु 'एक हुक' वाले हाइड्रोजन परमाणुओं से किस प्रकार सयुक्त होते हैं।



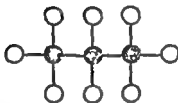
कुछ अन्य तत्वों के परमाणुओं में तीन-तीन हुक भी होते हैं और आप स्वयं समझ सकते हैं कि उनसे कितने विभिन्न प्रकार के अणु बन सकते हैं। परन्तु एक दो तत्व ऐसे भी हैं जिनके परमाणुओं में चार-चार हुक भी होते हैं। उनमें से एक कार्बन है। स्वयं कार्बन से ही कई विभिन्न चीजें बनी होती हैं जैसे हीरा, चारकोल, ग्रेफाइट और काजल। जब कभी आप लकड़ी, गोश्त, घास या मक्खन जैसी किसी चीज को जलाते हैं तो उसमें जो काली चीज बच रहती है वह कार्बन ही है क्योंकि कार्बन के परमाणु इन सभी चीजों के होते हैं। सब तत्वों में कार्बन एक बहुत ही



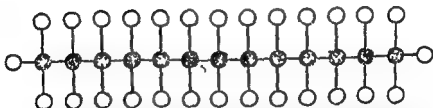
महत्वपूर्ण तत्व है क्योंकि चार हुक होने के कारण वह अन्य परमाणुओं के साथ हजारों विधियों से संयुक्त हो सकता है। उदाहरण के लिए देखिए कि वह एक हुक वाला हाइड्रोजन के साथ किस किस प्रकार से संयुक्त होता है इससे निम्न चीजें बनती हैं।



या एक और कार्बन परमाणु से
मिलकर ईथेन नामक गैस



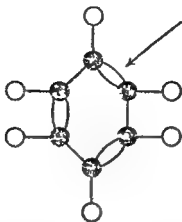
या एक और परमाणु से मिलकर
प्रोपेन नामक एक गैस



इस प्रकार संयुक्त होते हुए कार्बन परमाणुओं की सभी शृंखला बन जाती है और परमाणु केवल शृंखला में ही क्यों रहें उनकी उपशाखाएँ भी बनती हैं

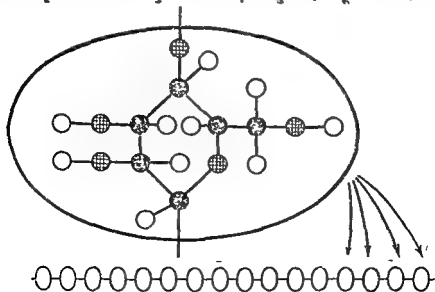


या वलय भी बनते हैं परमाणु कभी कभी दो हुकों से जुड़े रहते हैं।



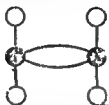
प्रत्येक भिन्न व्यवस्था-यानी प्रत्येक भिन्न अणु—एक भिन्न पदार्थ होता है। ऑक्सीजन, नाइट्रोजन, फ्लोरीन और सल्फर (गंधक) जैसे परमाणुओं के कार्बन के साथ संयोजन से पृथ्वी लाखों विभिन्न चीजें बना सकती है—बायीं सब तत्वों से मिलाकर जितने पदार्थ बन सकेंगे उन से भी अधिक चीजें बना सकती है। रसायनज्ञ भी अन्य परमाणुओं को कार्बन के साथ संयुक्त करके अन्य पदार्थ बना सकते हैं जो स्वयं प्रकृति भी नहीं बना सकती—उदाहरण के लिए रंग, औषधियाँ, दवाएँ, इत्र, अपमार्जक (detergent) (साबुन चूर्ण) मच्छर और अपतृण (weed) मारने वाले पदार्थ और पेट आदि।

प्रकृति के कार्बन अणुओं से बना एक बहुत महत्वपूर्ण पदार्थ है सेल्युलोज



रसायनज्ञों को ऐसे परमाणु बनाने पड़ते हैं जिनमें रिक्त हुक हों। वे यह किस प्रकार करते हैं?

कुछ प्राकृत अणु ऐसे हैं जो कार्बन परमाणुओं के साथ दो दो हुकों से जुड़े रहते हैं। इनमें से एक एथिलीन गैस है जो निम्न रूप में दिखाई पड़ेगी।

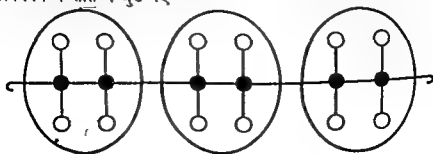


1933 में दो रसायनज्ञों ने थोड़ी सी बहुत शुद्ध एथिलीन को एक इस्पात के पात्र में पम्प द्वारा भरा और उसे दबा कर काफी उच्च दाब पर कर दिया। फिर उन्होंने उस पात्र को उबलते हुए तेल में डालकर गरम किया। जब कुछ देर बाद उन्होंने उस पात्र को खोला तो उन्होंने देखा कि एथिलीन एक सफेद मोमिया ठोस में परिवर्तित हो गई थी। उन्होंने एथिलीन के अणुओं को विशाल श्रृंखला में संयुक्त कर दिया था—उन्होंने सब से पहले थोड़ी पोलिथीन बनाई थी। इसका सही नाम पोलि (कई) एथिलीन है।

इसमें जो क्रिया हुई वह इस प्रकार थी ऊष्मा और उच्च दाब ने मूल एथिलीन अणु (ऊपर के चित्र में) को ऐसे एथिलीन अणु में बदल दिया था जो यहाँ दर्शाया गया है

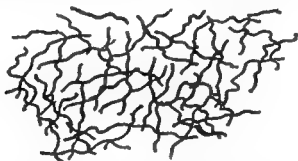


और चूँकि पात्र में एथिलीन के अतिरिक्त और कुछ नहीं था इसलिए ये अतिरिक्त हुक केवल एथिलीन अणुओं को ही आपस में संयुक्त कर सकते थे। इसलिए वे परस्पर निम्न रीति में जुड़ गए



और वे इसी प्रकार संयुक्त होते गए जब तक कि एक हुक वाला परमाणु हाइड्रोजन (जो वहाँ अपद्रव्य के रूप में था) अन्त में जुड़ गया और शृंखला को आगे बढ़ने से रोक दिया। यह उसी प्रकार की एक विशाल शृंखला है जैसी कि प्रकृति गैसो, पेट्रोलो, पैराफिन तेल और मोम आदि बनाते समय बनाती है। इसमें केवल यही अन्तर है कि यह मनुष्य निर्मित शृंखला बहुत लंबी होती है—उसमें 200 से 1000 तक मनवा होते हैं।

जब वैज्ञानिक इस प्रकार की शृंखलाओं को मिलाकर मरोड़ते हैं तो उससे पोलिथीन के तन्तु बनते हैं और जब वे उलझी शृंखलाओं की एक ढेर के रूप में रखते हैं तो उससे 'ठोस' पोलिथीन बनती है। पोलिथीन की शृंखला पहले पहल वास्तव में ऐसी लगती है।

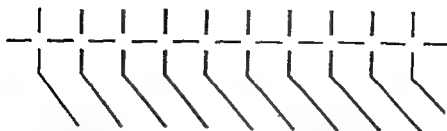


पोलिथीन के एक टुकड़े को ज्वाला पर गरम करके देखिये। आप देखेंगे कि वह नरम होकर पिघलने लगती है। वह नरम इसलिए हो जाती है कि गरम होने पर शृंखलाएँ फैल जाती हैं और एक दूसरे से दूर भी हट जाती हैं। इससे कुल टुकड़ा नरम पड़ जाता है। और अधिक गरमी पाने से शृंखलाएँ एक दूसरे से बिल्कुल अलग हो जाती हैं—पोलिथीन पिघल कर द्रव हो जाती है। उलझी हुई शृंखलाओं से बने सभी प्लास्टिक इस प्रकार का आचरण करेंगे इसीलिए उन्हें ऊष्मा से नरम होने वाले प्लास्टिक कहा जाता है।

ऊष्मा से नरम होने वाले प्लास्टिकों में से अधिकांश की उलझी हुई शृंखलाओं को पिघलाकर तथा उन्हें बारीक छेदों में से गुजारकर ठंडे पानी में डालने पर उनके तन्तु बनाए जा सकते हैं। प्लास्टिक उसी रूप में यानी बारीक रेशों के रूप में जम जाता है। आप इसका निरीक्षण प्लेट 16 में कर सकते हैं। इसी विधि से सभी मनुष्य-निर्मित तन्तु जैसे नाइलन, टेरीलीन, पोलिथीन और ओर्लॉन बनाए जाते हैं।

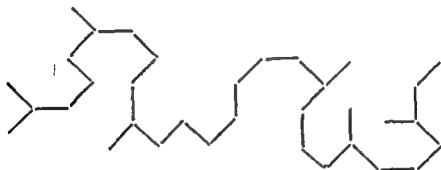
परन्तु ऊष्मा से नरम होने वाले कुछ प्लास्टिक ऐसे हैं जिनके तन्तु नहीं बनाए जा सकते क्योंकि उनकी शृंखलाएँ काफी पतली नहीं हैं। उनमें शृंखला से

निकली हुई पार्श्व भुजाए होती हैं जैसाकि यहाँ चित्र में दिखाया गया है



ये काँचीय प्लास्टिक (glassy plastic) जैसे पसुपेक्स है। (प्लेट 17) पसुपेक्स काँच जितना ही साफ होता है पर उससे बहुत अधिक दृढ़ होता है और चूँकि वह ऊष्मा से नरम हो जाता है और निम्न ताप—काँच से काफी कम ताप—पर पिघल जाता है इसलिए उसे पिघला कर विभिन्न प्रकार के जटिल रूपों में ढालना सरल होता है। यही कारण है कि इसका उपयोग आजकल वायुयान के चालककक्ष या काकपिट (cock pit) की खिजकियाँ बनाने में किया जाता है।

रसायनज्ञ ऐसी विशाल श्रृंखलाएँ भी बनाते हैं जो निम्न रूप से कुडलीदार होती हैं



जब आप इन श्रृंखलाओं को खींचते हैं तो सारी श्रृंखला खिंच कर सीधी हो जाती है



परन्तु जैसे ही आप खींचना बन्द करते हैं वे फिर दुबारा कुडलित हो जाती हैं। यह आसानी से समझा जा सकता है कि ऐसी श्रृंखलाओं में कैसी चीज होगी—सश्लेषित रबड़ और रबड़ रूपी प्लास्टिक।

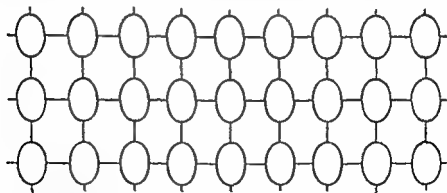
इस प्रकार सरल विशाल श्रृंखलाओं में मिलकर ठोस प्लास्टिक या तन्तु बन

सकते हैं और जिन श्रृंखलाओं में पार्श्व भुजाएँ निकली हों उनसे कौंधीय प्लास्टिक और कुंडलित श्रृंखलाओं से रबड़ रूपी प्लास्टिक बन सकते हैं। इन तीनों वर्गों में कई-कई प्लास्टिक हैं क्योंकि विशाल श्रृंखलाओं के गुण अणु-यानि मनका के प्रकार पर भी निर्भर करते हैं। लाल 'मनका' वाला नेकलस पीले या नीले वाले नेकलस से भिन्न होता है।

परन्तु रसायनज्ञ ऐसी श्रृंखलाएँ भी बना सकते हैं जिनमें 'मनका' एकान्तर से हो, यह उसी प्रकार हो जैसे नेकलस में पहले एक लाल मनका हो, फिर नीला, फिर लाल आदि। आप समझ सकते हैं कि ऐसी श्रृंखला के गुण पूरे लाल या पूरे नीले मनका वाली श्रृंखला से भिन्न होंगे। वास्तव में वे 'मिश्र प्लास्टिक' होंगे।

रसायनज्ञ जब किसी प्लास्टिक के गुण बदलना चाहते हैं तो वे विशाल श्रृंखलाओं का 'मिश्रण' करते हैं। उनके पास ऐसा प्लास्टिक हो सकता है जो बहुत सक्षारण-रोधी हो परन्तु दुर्बल हो। वे इसकी श्रृंखला में किसी मजबूत प्लास्टिक के अणु मिलाकर उसे मजबूत बना सकते हैं। वे ऐसा प्लास्टिक मिश्रण नहीं बना सकते जिसके गुण सर्वथा भिन्न हो जैसे धातुकर्मी दो दुर्बल धातुओं को मिलाकर एक मजबूत मिश्रधातु बना सकते हैं।

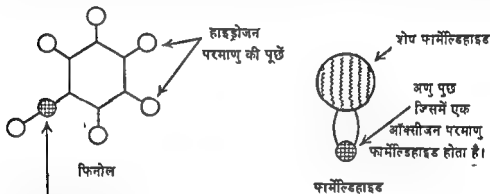
यदि आप बैबलाइट जैसे किसी दृढ़ प्लास्टिक को ज्वाला में गरम करने का प्रयत्न करें तो आप देखेंगे कि वह न तो पिघलता है और न नरम होता है। इसका कारण यह है कि विशाल श्रृंखलाएँ एक दूसरे से दूर नहीं हट सकती। वे परस्पर रसायनिक हुकों द्वारा जुड़ी होती हैं जो 'मनकाओं' को विभिन्न श्रृंखलाओं में सबद्ध करते हैं।



श्रृंखलाओं को सम्बद्ध करने वाले ये हुक क्रॉस-बन्ध (cross-links) कहलाते हैं और जैसा कि आप ऊपर के रेखाचित्र में देख रहे हैं इस प्रकार का सारा प्लास्टिक एक विशाल अणु के समान होता है। इसमें प्रत्येक परमाणु एक ही इकाई में जुड़ा होता है—बहुत सी श्रृंखलाओं का जाल सा बिछा हुआ होता है और वे

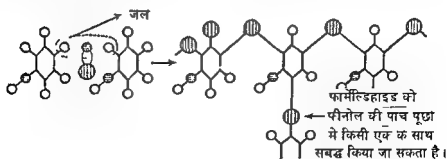
परस्पर क्राम-बध से जुडी होती हैं। इस प्रकार के प्लास्टिक ऊष्मा कठोर (heat-hardening) प्लास्टिक कहलाते हैं और चूँकि उनकी श्रृंखलाएँ एक जाल के रूप में सम्बद्ध होती हैं, इसलिए वे सभी कठोर तथा दृढ़ पदार्थ होते हैं।

इस प्रकार का विशाल जाल बनाना साधारण विशाल श्रृंखलाएँ बनाने से कठिन होता है। रसायनज्ञ इस एक ऐसी विधि से करते हैं जो लकड़ी के दो टुकड़ों को गोद से जोड़ने के समान है। वे अणुओं को 'सुखा' कर परस्पर जोड़ते हैं। पहले उनके पास दो विभिन्न अणु होते हैं जिनमें पूछ निकली होती है।



इस ऑक्सीजन अणु के अतिरिक्त फीनोल कार्बन और हाइड्रोजन परमाणुओं के उस वलय जैसा है जो इस अध्याय के शुरू में दिया गया है।

एक अणु में जिसे फीनोल कहते हैं—हाइड्रोजन परमाणुओं की 'पूछ' होती है और दूसरा—यानी फॉर्मेलिहाइड में ऑक्सीजन परमाणु की 'पूछ' होती है। जब रसायनज्ञ इन दोनों अणुओं को गरम करके संपीडित करते हैं तो उनकी 'पूछें' संयुक्त होकर एक जल अणु बनाती हैं और फीनोल तथा फॉर्मेलिहाइड का बचा भाग संयुक्त हो जाता है।



इस विधि से रसायनज्ञ 'मनकाओ' के विशाल जाल बना सकते हैं। इन ऊष्मा-कठोर प्लास्टिकों को पिघला कर रूप देना या धातुओं की तरह ढालना

संभव नहीं होता इसलिए वैज्ञानिक उनको बनाते समय ढाल भी देते हैं। यह बहुत सरल है वे 'पूछ' युक्त अणुओं को साँचों में गरम करके परस्पर संपीडित करते हैं। जैसा कि अगले अध्याय में बताया गया है, रसायनज्ञ ऊष्मा कठोर प्लास्टिकों के साथ केवल यही नहीं कर सकते बल्कि वे उन्हें एक दूसरे पदार्थों के साथ मिलाकर उनसे विचित्र रूप से हल्के तथा मजबूत प्लास्टिक-चादरे बना सकते हैं जो वायुयान, नाव और कार आदि बनाने के काम आती हैं।

आपने शायद कुछ बिल्कुल नए प्लास्टिकों का नाम सुना होगा जिन्हें 'सिलिकन' कहते हैं—डिजाइनर और इंजीनियर आजकल इनका काफी उपयोग कर रहे हैं क्योंकि उनमें कुछ विशेष गुण होते हैं। इनमें कुछ हैं सिलिकन तेल, सिलिकन के कठोर तथा नरम प्लास्टिक जिनका उपयोग कड़ाही पर लेप करने तथा कपड़ों को जलरोधी बनाने के लिए किया जाता है। और ये अन्य सभी प्लास्टिकों से अधिक ऊष्मासह तथा शीतसह होते हैं। अगले अध्याय में यह बताया जाएगा कि इन सिलिकनों का प्रयोग वायुयान और विद्युत-उद्योग में किस तरह होता है परन्तु इस से पहली बात तो यह है कि रसायनज्ञ इनका निर्माण किस प्रकार करते हैं?

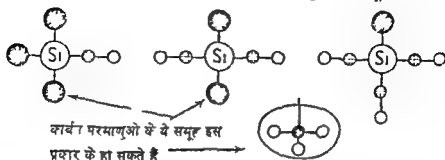
इन सिलिकनों को रसायनज्ञ एक दूसरे परमाणु सिलिकन से बनाते हैं—उसमें भी कार्बन की तरह चार हुक होते हैं। आपने पिछले अध्याय में सिलिकन का नाम पढ़ा होगा क्योंकि यह एक 'वैद्युत' धातु है, हालाँकि यह पूरी तरह से धातु भी नहीं है यह 'अर्ध धातु' है क्योंकि कुछ गुणों में वह धातु की तरह है जबकि कुछ दृष्टियों से वह धातु से भिन्न है।

ऑक्सीजन के बाद सिलिकन ही पृथ्वी पर सबसे बहुलता से पाया जाने वाला तत्व है, क्योंकि अपने चार हुकों के कारण वह ऑक्सीजन धातुओं और चट्टानों तथा खनिजों में पाए जाने वाले अन्य तत्वों से संयुक्त हो जाता है। उदाहरण के लिए क्वार्ट्ज लगभग सिलिकन और ऑक्सीजन से ही मिलकर बना है, यही बात कोयला पर भी लागू होती है।

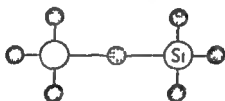
बहुत समय से रसायनज्ञों को ज्ञात है कि यह संभव हो सकता है कि सिलिकन परमाणुओं को चट्टानों से विस्थापित करके उनके हुकों के साथ अन्य परमाणु जोड़ दिए जाएं। परन्तु जब उन्होंने वैसा करने का प्रयत्न किया तो उन्हें पता चला कि यह कार्य वास्तव में बड़ा कठिन है। वे अन्त में सफल हुए, हालाँकि उन्हें अब भी बहुत सावधानी रखनी पड़ती है। यदि हाइड्रोजन या जल मनकाओं से संयुक्त होने से पहले उनसे मिल जाए तो बड़ा भारी विस्फोट होता है।

सिलिकन परमाणु में एक, दो या तीन ऑक्सीजन या हाइड्रोजन परमाणु संयुक्त हो जाने से 4 मुख्य प्रकार के सिलिकन 'मनका' बनाए जा सकते हैं।

सिलिकन के 'आकी हुक' में कार्बन और अन्य परमाणुओं के समूह होते हैं



रसायनज्ञ इन तीन विभिन्न प्रकार के 'मनकाओं' का क्या उपयोग करते हैं? उनकी पृष्ठ परस्पर जुड़ जाती है और एक जल अणु बनता है इसलिए रसायनज्ञ 'एक पूछ वाले दो मनकाओं' एक साथ जोड़ कर बहुत छोटी श्रृंखलाएँ बना सकते हैं—यानी सिलिकन तेल।



या वे दो पूछ वाले मनकाओं को जोड़कर नवी श्रृंखलाएँ बना सकते हैं



आर 'एक पूछ वाले मनकाओं' का विभिन्न मात्राओं में मिलाकर जब चाह श्रृंखलाओं का उद्घाटन रोक सकते हैं। इन श्रृंखलाओं में नरम सिलिकॉन प्लास्टिक और रबड़ बनते हैं। तीन पूछ वाले मनकाओं के उपयोग में रसायनज्ञ सिलिकॉन 'मनकाओं' का जाल बना सकते हैं

आर दो, तीन तथा चार पूछ वाले मनकाओं को मिलाकर वे सरल श्रृंखलाओं के कई प्रकार के जाल बना सकते हैं जिनमें कहीं कहीं क्रॉस बंध नरम गोद जैसे सिलिकॉन और पूर्ण क्रॉस बंध के जाल-कठार तथा दृढ़ सिलिकॉन बनेंगे।

इसमें आप कल्पना कर सकते हैं कि मिथिलना दजना प्रकार के भिन्न भिन्न रंगों में हो सकते हैं। परन्तु रसायनज्ञ मिथिलना भावांशों में वायुन परमाणुओं के समूहों का बदल कर और कई प्रकार के अन्य मिथिलन बना सकते हैं। वास्तव में वे एन मिथिलन प्लाम्बिक बना सकते हैं जिनमें यथा आवश्यक गुण हो—वे उन्हें इर्जानियम और डिजाइज के आडर के अनुसार विभिन्न गुणों में युक्त बना सकते हैं जैसे दर्जी ग्राहकों की आवश्यकतानुसार अलग अलग सूट बना सकता है।

रसायनज्ञों को श्रृंखला निमाण के लिए अणु—यानी 'मनका'—कहाँ से प्राप्त होते हैं। वे पालीथिन बनाने के लिए एथिलीन गैस का प्रयोग करते हैं। परन्तु फिर एथिलीन कहाँ से प्राप्त होती है?

जैसी कि आपको आशा होगी, रसायनज्ञ य 'मनका' प्राकृतिक चीजों से प्राप्त करते हैं जिनमें वायुन और अन्य परमाणु होते हैं और इन्हें सब में अच्छे कोयला और लौही है। कोयले का एक टुकड़ा वाला हाता है क्योंकि उसमें सारे कार्बन के परमाणु ही होते हैं, पर वास्तव में कोयले में अन्य बहुत से पदार्थ भी होते हैं। जब रसायनज्ञ कोयले को भट्ठी में गरम करते हैं तो वे कोयले में इन पदार्थों को पृथक् कर सकते हैं। इन्हीं पदार्थों में वे 'मनका' होते हैं।

जब आप कोयले के एक टुकड़े का आग में निरीक्षण कर तो आप देखेंगे कि उसमें से ज्वाला के कई छोटे छोटे फव्वारे निकलते हैं वे कोयले के जलन से उत्पन्न गैसें हैं जिनमें एथिलीन और मीथेन गैस होती हैं। एथिलीन, पालीथिन के लिए एक 'मनका' का कार्य करती है और थोड़े से परिवर्तन से उससे कई ऊष्मा मुद्दलन प्लाम्बिक बन सकते हैं।

मीथेन से रसायनज्ञ मेथिलेटेड स्पिरिट बना सकते हैं। जिनसे वे फार्मेटीडीहाइड बना सकते हैं।

गरम कोयले से प्राप्त होने वाला एक अन्य पदार्थ अमोनिया है और अमोनिया से रसायनज्ञ अन्य 'पछे वाले मनका' बना सकते हैं जिन्हें यूरिया कहते हैं। कोयले के टुकड़े से कोल गैस और अमोनिया निकल जाने पर केवल कोलतार और शेष ही शेष रह जाता है।

कोलतार 'माका' के सब से अच्छे स्रोतों में से एक है परन्तु उसमें जो रसायन हैं उनके नाम रसायनज्ञ के अतिरिक्त अन्य लोगों के लिए महत्वहीन होंगे। कोलतार के ये रसायन स्वयं 'मनका' तो नहीं होते परन्तु जब उन्हें गरम किया जाता है तो वे और अधिक अणुओं में टूट जाते हैं जो 'मनका' होते हैं।

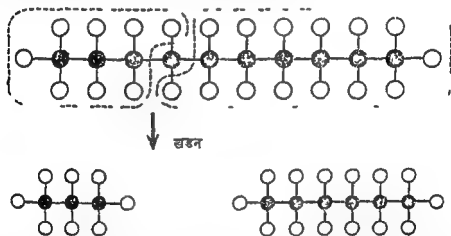
श्रृंखलाएँ बनाने के लिए 'मनका' का एक दूसरा स्रोत तेल है। जब तेल जमीन से निरुलता है तो उसे कच्चा तेल (crude oil) कहते हैं और इस रूप में यह सब

प्रकार के रसायनों और ऐसी विशाल श्रृंखलाओं का मिश्रण होता है जिनसे पेट्रोल और पैराफिन बाते हैं।

रसायनज्ञ इन सब पदार्थों का बड़ी बड़ी फैक्ट्रियों में अलग करते हैं जिन्हें तेल रिफाइनरी या परिष्करण शाला (oil refineries) कहते हैं। सब से पहले वे रसायनों को तेल से अलग करते हैं और फिर उन्हें अलग अलग 'मनकाओ' के रूप में तोड़ते हैं जैसा कि वे कोयले के साथ भी करते हैं।

इससे केवल कार्बन और ऑक्सीजन परमाणुओं की सरल श्रृंखलाएँ ही बाकी रह जाती हैं जिनकी लंबाईया भिन्न भिन्न होती है।

जैसा कि आप जानते हैं इनमें से कुछ श्रृंखलाओं से पेट्रोल, कुछ से पैराफिन और कुछ अन्य से मशीन और इजनों में स्नेहन (lubrication) के लिए काम आने वाले तेल बनते हैं। रसायनज्ञ इन श्रृंखला गुच्छों को विशाल मीनारों में गरम करके भिन्न भिन्न लंबाईयों के हिसाब से अलग कर सकते हैं। वे उन्हें तोड़कर छोटी श्रृंखलाएँ भी बना सकते हैं और इन्हें लगातार खंडित करके अन्ततः मीथेन और ऐथिलीन की 'मनकाओ' के रूप में परिवर्तित कर सकते हैं।



इस प्रक्रम को 'कैट-खंडन' कहते हैं और यह विशाल मीनारों में किया जाता है जिन्हें 'कैट-खंडक' (cat crackers) कहते हैं। य (प्लेट 21) तेल परिष्करण शाला के चित्र में दिखाए गए हैं। कैट शब्द कैटेनिस्ट (उत्प्रेरक) का संक्षिप्त है यह उस रसायन को कहते हैं जो रासायनिक अभिक्रिया के संचालन में मदद करता है। इस उदाहरण में यह श्रृंखला को दो खंडों में तोड़ता है। कच्चे पेट्रोलियम तेल से रसायन (और पेट्रोल) निमाण का कार्य अब अब बड़ा उद्योग हो गया है। और पेट्रोलियम या पेट्रो-रसायनों के सब से बड़े खरीददारों में रसायनज्ञ हैं जो उनसे प्लास्टिक का निर्माण करते हैं।

यदि प्रकृति प्रोटीन और सेलुलोस श्रृंखलाओं से तन्तु बना सकती है तो रसायनज्ञ क्या नहीं बना सकते? उन्हें लिए ऐसा करना आवश्यक है। प्राकृतिक तन्तु प्रायः महंगे होते हैं—उदाहरण के लिए बहुत कम लोग मिक का बना कोट खरीद सकते हैं—चूँकि प्रकृति ने उनका निर्माण किया है इसलिए उनके गुण भी निश्चित हैं। इनमें से कुछ गुण अच्छे हैं—इसलिए हम इन तन्तुओं को अपने कपड़े बनाने के काम में लाने हैं और इनमें से कुछ गभीर त्रुटियाँ के रूप में हैं। उदाहरण के लिए सूती कपड़ों में आसानी से झुर्रियाँ पड़ जाती हैं और रूई तथा ऊनी दोनों ही वस्त्र धोने से सिकड़ जाते हैं यदि विशेष सावधानी से काम न लिया जाए।

सेलुलोस और प्रोटीन श्रृंखलाओं से अपने तन्तु बनाकर रसायनज्ञ उन्हें सस्ता बना सकते हैं क्योंकि वे सेलुलोस और प्रोटीन को सस्त स्रोतों से प्राप्त कर सकते हैं उदाहरण के लिए मटर से प्रोटीन प्राप्त करने की तुलना में कहीं अधिक सस्ता है।

उनकी सस्ती सेलुलोस श्रृंखलाएँ लकड़ी और रूई से प्राप्त होती हैं। जब रसायनज्ञ लकड़ी या रूई को छोटे छोटे टुकड़ों में कर लेते हैं यानी लुब्दी बना लेते हैं और जब लुब्दी की अपद्रव्यों को रसायनों की सहायता से साफ कर देते हैं तो उनके पास केवल सेलुलोस श्रृंखलाएँ बच रहती हैं। तब उन्हें इन श्रृंखलाओं को केवल तन्तु के रूप में समुक्त करना बाकी रह जाता है।

इनमें एक सबसे अच्छा तन्तु रेऑन है हालाँकि आप सेलोफेन की चादर के रूप से रेऑन से परिचित होंगे। रसायनज्ञ रेऑन तन्तु निम्न प्रकार में बनाते हैं वे लकड़ी या रूई की शुद्ध लुब्दी लेकर उन्हें दा रसायनों में घोलते हैं। इस से सुनहरे रंग का सिरप जैसा द्रव बन जाता है जिसे विस्कोस (viscose) कहते हैं। उसका बाद वे इस विस्कोस को वागीक छिद्रों में से गजार कर अम्ल कुंड में डालते हैं। अम्ल दो रसायनों के साथ समुक्त होता है और सेलुलोस श्रृंखलाओं की फुहार सी बच रहती है। ये श्रृंखलाएँ परस्पर सम्बद्ध रहती हैं और यही सेलुलोस तन्तु होते हैं। यदि वे सूक्ष्म छिद्रों के स्थान पर लम्बी झिर्रियाँ प्रयुक्त करें तो उससे सेलोफेन की चादरें बन जाती हैं।

सेलुलोस पाउडर का विलयन करने वाले अन्य रसायनों के प्रयोग से रसायनज्ञ सेलुलोस श्रृंखलाओं से कई विभिन्न प्रकार के तन्तु बना सकते हैं। उनमें कुछ व्यावसायिक नामों में प्रसिद्ध हैं जिनमें 'फाइब्रोसेल' (Fibrocel), 'कोरप्लेट' (courpleta) और 'ट्रिसेल' (tricel) मत्र में प्रसिद्ध हैं परन्तु अन्य कई भी हैं। रसायनज्ञ सेलुलोस श्रृंखलाओं के ब्लाक भी बना सकते हैं। ये ठोस प्लास्टिक हैं।

इनमें से कुछ सेलुलोस तन्तु अत्यधिक दृढ़ और मजबूत हैं। इनमें से एक विशेष प्रकार के रसायनों को जिसे 'टेनेस्को' (Tenesco) कहते हैं, मजबूत रस्से

बनाने के लिए वायुयान तथा ट्रका के भारी बोझ ढोने वाले तथा पकुरत होने वाले टायरो में अस्तर के लिए, ओद्योगिक नलों और पकुरत पट्टों, बास्केटबॉल, पख-पट्टो आदि बनाने के लिए प्रयुक्त करते हैं।

सॉशिलष्ट प्रोटीन के तन्तु अधिक नए हैं। इन में से एक आर्डिल (Ardil) मटर से प्राप्त होने वाले प्रोटीन से बनाया जाता है, एक अन्य 'फाइब्रोलेन' (Fibrolane) दूध के प्रोटीन से बनाया जाता है। सेलुलोस श्रृंखलाओं की तरह ये प्रोटीन भी चूर्ण होते हैं इसलिए उन्हें सेलुलोस श्रृंखलाओं की तरह ही तन्तु के रूप में परिवर्तित किया जाता है।

जब रसायनज्ञ सॉशिलष्ट तन्तु बनाते हैं तो वे उनके गुणों—जैसे, मजबूती, प्रसरणशीलता, मोटाई, लंबाई और रंग—को नियंत्रित कर सकते हैं। इस प्रकार से वे दर्जनो किस्म के तन्तु बना सकते हैं। परन्तु उन्हें इसकी क्यों जरूरत पड़ती है? क्योंकि कोई एक तन्तु सब तरह से उपयुक्त नहीं होता। आजकल लोग भिन्न प्रकार के कपड़े चाहते हैं हल्के कपड़े, भारी कपड़े, ऐसे कपड़े जो गरम या ठंडे हो, चिकने या रेशम जैसे, या मोटे और बालदार हो। आप अपने ही कपड़ों को देखिए आप दुकान के कपड़ों को देखिए कि वे देखने और छूने में कैसे लगते हैं। आजकल के निर्माता केवल एक प्रकार के तन्तु से कपड़े ही नहीं बनाते। वे उन्हें विभिन्न प्रकार से मिश्रित करके बनाते हैं।

हम इन में से एक तन्तु मिश्रण की निरीक्षण के साथ इस अध्याय को समाप्त करते हैं। यदि आपने कभी नायलान की कमीज पहनी हो तो पसीना आने पर वह कितनी चिपचिपी लगती है और मौसम बहुत ठंडा होने पर वह कितनी ठंडी लगती है। नायलान के साथ उन या सॉशिलष्ट प्रोटीन तन्तु—जो पसीने का अवशोषण कर सकता है और गरम होता है, मिश्रित करके कपड़ा निर्माता ऐसे नायलान तैयार कर सकते हैं जिनकी बनी कमीजे आराम देह हो तथा उनमें नायलान के फायदे भी हों—यानी जल्दी सूखे और इस्त्री की आवश्यकता भी न पड़े। इस प्रकार के मिश्रण बहुत प्रचलित होते जा रहे हैं और उनसे हमारे कपड़ों में (पदों, दरियों, कबल आदि में) इतना परिवर्तन आ रहा है कि वे बिल्कुल भिन्न दिखाई पड़ते हैं। इनमें से कुछ मिश्रण प्राकृतिक पदार्थों से इतने मिलते जुलते हैं कि उनमें भेद करना भी असंभव हो जाता है। यहाँ तक कि रसायनज्ञ ऐसे तन्तु बना सकते हैं जो देखने और छूने में सब से उत्तम फर (fur) जैसे होंगे और उनसे बहुत सस्ते भी। शायद वह दिन दूर नहीं है जब हर स्त्री एक मिन्क कोट पहन सकती। (प्लेट 18)

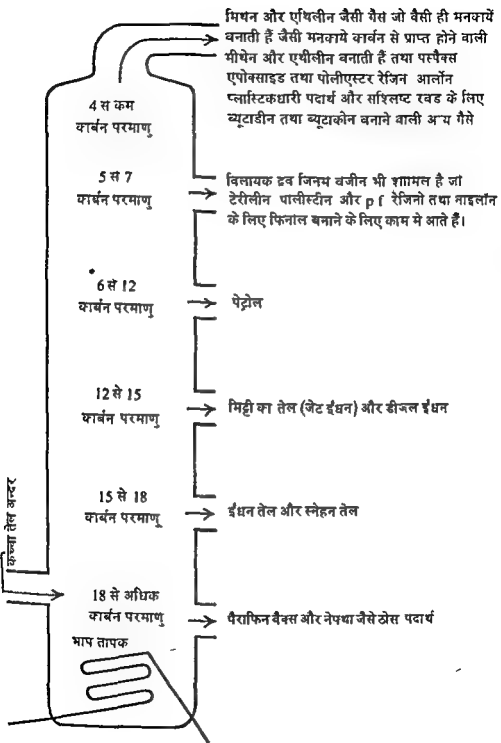
IV प्लास्टिकों के उपयोग

यदि आप के पास मनुष्य निर्मित तन्तु—जैसे नायलान या टेरीलीन के कपड़े हो ता आपको ज्ञात होगा कि वे कितने अच्छे होते हैं। वे घिसते हुए मालम नहीं पड़ते, उन्हें धोना तथा सुखाना आसान होता है और उनमें इसरी की आवश्यकता भी नहीं होती क्योंकि वह तन्तु इतना मजबूत होता है कि उसमें शिकन नहीं पड़ती। परन्तु क्या आप जानते हैं कि ये मनुष्य निर्मित तन्तु दर्जना अन्य वस्तुएँ बनाने के लिए भी प्रयुक्त किए जाते हैं? उनमें कुछ बहुत उपयोगी गुण होते हैं।

नाइलन और टेरीलीन के बने तबू ओग तिरपाल और जहाज के पाल पानी में भीगे रहने पर भी बहुत मजबूत और न गलने वाले होते हैं क्योंकि यह तन्तु जल या अवशोषण नहीं करते। नाइलन और टेरीलीन के बने रस्से अत्यधिक मजबूत होते हैं और पर्वतारोही आजकल उन्हीं का उपयोग करते हैं। किसान नाइलन और टेरीलीन के बने बोरो का उपयोग करते हैं क्योंकि उनमें रखे रसायन जैसे खाद खराब नहीं होते। मछली पकड़ने की डोरी और जाल, टेनिस के बल्ले के तार और नये प्रकार के ट्यूब रहित टायरो का बना हुआ अस्तर उन चीजों में से कुछ हैं जो निर्माता आजकल मनुष्य निर्मित तन्तुओं से बना रहे हैं। (प्लेट 19 20)

परन्तु रसायनज्ञ नाइलन और टेरीलीन की पतली चादरे भी बना सकते हैं। उनकी पट्टियाँ काट कर विद्युत बॉक्स के चारों तरफ लपेट दी जाती हैं ताकि उन्हें इन्सलेट किया जा सके यानी कैबिल से विद्युत का क्षरण न हो सके। जेट इंधन जैसी चीजों में विद्युत तार नाइलन या टेरीलीन से ढक रहते हैं जिससे वे तेल के कीटों के कारण नष्ट होने से सुरक्षित रह सकें।

अब ठोस नाइलन और टेरीलीन को लीजिए। अभी तो केवल नाइलन की ठोस चीजे ही बनाई जाती हैं। शायद आपके पास एक नाइलन का बघा हो उसे जरा मोड़ने की कोशिश कीजिए वह कितना दृढ़ होता है। तरन्तु बघ के अतिरिक्त और बहुत सी चीजे आजकल ठोस नाइलन से बनाई जाती हैं। कभी-कभी इंजीनियर ऐम् गियर और बेयरिंग बनाना चाहते हैं जिनमें चियनाई देन की आवश्यकता न हो और आवाज भी कम करते हो, उदाहरण के लिए सिने कैमरे और



प्रक्षेपको मे यह समस्या नाइलन से हल हो सकती है। नाइलन गियर धातुओ की अपेक्षा दीर्घायु होते हैं और वे अधिक सक्षारण-रोधी होते हैं, इसलिए कार-इंजन और वायुयान निर्माता भी आजकल उनका उपयोग कर रहे हैं।

अगले कुछ वर्षों मे जब नाइलन सस्ता हो जाएगा तो उसका उपयोग अन्य बहुत सी चीजों मे होने लगेगा। इसका भार भी ऐल्यूमीनियम की तुलना मे आधा होता है और यह उतना ही मजबूत होता है जितनी कॉमेट विमानों मे प्रयुक्त होने वाली मिश्रधातुएं। परन्तु अभी तो लोग कपडा निर्माण के अतिरिक्त अन्य किसी भी रूप मे नाइलन से परिचित नहीं हैं।

फिर भी पोलिथीन के बारे मे तो हर कोई जानता है। परन्तु पोलिथीन भी वह चीज नहीं है जो लोग समझते हैं यह काफी कठोर तथा दृढ़ प्लास्टिक होता है। रसायनज्ञ इसमे 'प्लास्टिककारी' द्रव मिलाकर उसे नरम और लुब्धी जैसी बना देते हैं, जैसे बड़ई के सरेस को पानी मिलाकर पतला कर देते हैं। लुब्धी जैसी पोलिथीन न टूटने वाली बोतले, कप और पिकनिक तथा रसोई मे काम आने वाले वर्तन बनाने के काम आती है। अधिकांश लोग पोलिथीन के बारे मे यही सोचते हैं, परन्तु रसायन उद्योग और हस्पताल मे भी इसका काफी उपयोग होता है क्योंकि अन्य प्लास्टिकों की तरह पोलिथीन भी सक्षारण-रोधी होती है। पोलिथीन की बोतल और नालियाँ सब प्रकार के रसायनों को रखने तथा बहन करने के लिए प्रयुक्त होती हैं। क्योंकि वे भोडी जा सकती हैं। जब पोलिथीन की बनी नलियों मे पानी जम जाता है तो भी वे नहीं फटती। उन्हें कोनो पर मोडना तथा किसी भी स्थिति मे रखना आसान होता है।

परन्तु पोलिथीन का सभवतः सब से महत्वपूर्ण उपयोग विद्युत केबिलों को इन्सुलेट करने के लिए ही है। आपके टेलीविजन सेट से एरियल तक जो तार जाता है उसका निरीक्षण कीजिये वह ठोस पोलिथीन की एक ट्यूब का बना होता है। जिसमे एक तार का तार होता है और बाहर प्लास्टिक का एक और खोल होता है। पार ऐटलान्टिक टेलीफोन केबिल जो 1957 मे लगाए गए थे, पोलिथीन से इन्सुलेट किए जाते हैं।

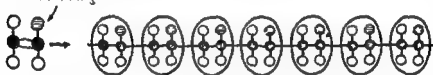
कुछ वर्ष पहले तक पोलिथीन मे एक कठिनाई थी कि वह ऊष्मा सह नहीं होता था। यहाँ तक कि यह उबलते हुए पानी से भी नरम हो जाती थी। तब एक जर्मन वैज्ञानिक ने ऐथिलीन 'मनका' जोड़कर पोलिथीन की विशाल श्रृंखलाएं बनाने का एक नया तरीका निकाला। उसने 'मनकाओं' को जोड़ने के लिए ऐल्यूमीनियम को एक उत्प्रेरक के रूप मे प्रयुक्त किया। इसके फलस्वरूप रसायनज्ञ अब अशुद्ध ऐथिलीन गैस से पोलिथीन बना सकते हैं जिसे अधिक संपीड़ित या गरम करने की जरूरत भी नहीं होती। इसे 'निम्न दाब' पोलिथीन

कहते हैं और यह 'एल्केथीन' के नाम से बिकती है। इसकी श्रृंखलाएँ लची होती हैं और उनमें अधिक शाखाएँ भी नहीं होती, इसलिए इसका बना तन्तु अच्छा होता है, और इसका बना प्लास्टिक अधिक दृढ़ और ऊष्मासह होता है।

'पुरानी' पोलिथीन में एक कठिनाई यह थी कि उसे स्टेरिलाइज (sterilize) करना कठिन होता था क्योंकि वह उतनी ऊष्मासह नहीं थी। परन्तु एल्केथीन में यह कठिनाई नहीं है इसलिए हस्पताल में उसे नलियाँ, बोतलें, सिरिज और यहाँ तक कि कृत्रिम शिराएँ और धमनियाँ बनाने के लिए भी प्रयुक्त किया जाता है। और शायद जल्दी ही सुबह को आपका दूध न टूटने वाली स्टेरिलाइज बोतलों में मिला करेगा।

जब रसायनज्ञ पोलिथीन की विशाल श्रृंखला में एक हाइड्रोजन परमाणु के स्थान पर क्लोरीन का परमाणु रख देते हैं तो एक अन्य ऊष्मा-नरम प्लास्टिक P V C (पी वी सी) बनता है। पोलिबिनाइल क्लोराइड। इसके 'मनका' विनाईल क्लोराइड नामक गैस के होते हैं जो रसायनज्ञ कोयले या तेल से प्राप्त कर सकते हैं।

क्लोरीन परमाणु



P V C एक सब से सस्ता प्लास्टिक है और पोलिथीन की तरह यह भी बहुत उच्च कोटि का इन्सुलेटर है तथा अधिक गैसों तथा द्रवों के लिए संचारण-रोधी है। स्वयं यह पोलिथीन से काफी दृढ़ होता है, इसलिए इससे बनी नलियाँ को सहारे की जरूरत नहीं होती।

आजकल प्रत्येक आधुनिक फैक्ट्री में आपको रसायन, गैसें या केन्द्रीय उष्ण गैस तक ले जाने के लिए P V C की नलियाँ ही देखने में आएगी। (प्लेट 23 देखें)

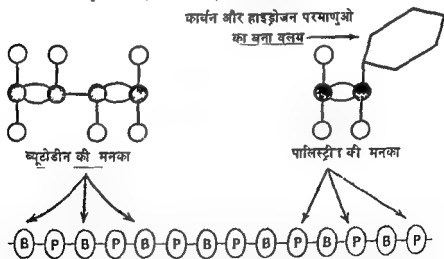
P V C में द्रव प्लास्टिककारी मिलाकर रसायनज्ञ उसे नरम तथा मोड़ने योग्य बना सकते हैं। यदि आपके पास प्लास्टिक की बरसाती हो तो संभवतः वह नरम P V C की होगी, प्लास्टिक के ऐपरन, मेजपोश, पर्दे और फर्नीचर पर लगाने वाले कपड़े भी इसी से बनते हैं।

P V C (और पोलिथीन) में अधिक मात्रा में प्लास्टिककारी का मिलाकर रसायनज्ञ पतला अवलेह बना सकते हैं। क्या आपन प्लास्टिक चढ़े तार की ट्रे या रमाई घर के डाइनिंग चोर्ड या प्लास्टिक चढ़े मोटर साइकिल के फेरियर के ढाँचे तथा पंचकस और चिमटी के हथिये पर प्लास्टिक लगा हुआ देखा है। ये इन धातुओं या पतल लेई जैसे प्लास्टिक में डुबाकर बनाए जाते हैं। जिससे उन पर प्लास्टिक

की एक परत चढ़ जाती है। यह सूख कर कठोर, दृढ़ और सक्षारण-रोधी होजाती है। और ऊष्मा तथा विद्युत के सबहन को रोकती है। इसलिए प्लास्टिक चढ़ी चिमटी विद्युतरोधी होती है, सासपैन की मूँठ ऊष्मासह हो जाता है, और स्प्रिंग, ब्रेकेट, ट्रे और तार के फ्रेम जगरोधी हो जाते हैं। कपडे के दस्ताने तथा जूतों को इससे जलरुद्ध बनाया जा सकता है।

तीन और ऊष्मा-नरम प्लास्टिक हैं—पोलिस्ट्रीन, पर्स्पेक्स, और अलॉन। पालिस्ट्रीन एक दृढ़ और थोड़ा नम्य (flexible) प्लास्टिक होता है जिससे शायद आप के दन्तब्रश की मूँठ बनी है और उससे चीजों को लपेटने के लिए पतली चादरे बनाई जाती हैं। पर्स्पेक्स यानी प्लास्टिक काँच के बारे में तो सभी जानते होंगे जो आजकल हवाईजहाज की खिडकियाँ बनाने के लिए प्रयुक्त किया जाता है। अलॉन भी एक मनुष्य निर्मित तन्तु है और सब से नया भी है।

इनमें से कुछ प्लास्टिक स्वयं बहुत महत्त्वपूर्ण हैं परन्तु हाल ही में वे और भी अधिक महत्त्वपूर्ण हो गए हैं क्योंकि जब रसायनज्ञ उनके 'मनका' (नेल से प्राप्त) ब्यूटाडीन नामक पदार्थ के मनका में मिलाते हैं तो उससे एक नया विचित्र रबड़ जैसा प्लास्टिक ब्यूटाकोन (Butakon) बन जाता है।

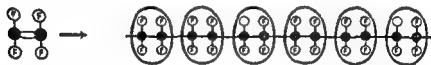


ब्यूटाकोन सभी कृत्रिम रबड़ों में सब से नया है परन्तु यह सब से बिल्कुल भिन्न है। रसायनज्ञ 'पुराने' प्रकार के कृत्रिम रबड़, रबड़ जैसी विशाल शृंखलाओं से बनाते हैं और उन्हें क्रास बंधन से तथा पिसा कार्बन मिलाकर उसे कठोर बनाते हैं। सड़क पर यदि कहीं मोटर का टायर घिसटा हो तो वहाँ आपको इस काले कार्बन के चिन्ह दिखाई पड़ सकते हैं। कार्बन मिल जान स रबड़ अधिक पेट्रोल तथा तेल-राधी हो जाता है परन्तु उससे वह काफी भारी हो जाता है।

रसायनज्ञ बिना काचन मिलाए भी व्यूटाकॉन को कठोर बनासकते हैं। वे केवल श्रृंखलाओं में पॉलिस्ट्रीन (या पर्सपेक्स या ओलॉन) के 'मनका' की सख्या बढ़ा देते हैं। इस से श्रृंखला अधिक ऊष्मासह और तेल-सह (oil proof) हो जाती है। और इससे व्यूटाकॉन रबड़ भारी भी नहीं हो पाता। इसी प्रकार श्रृंखलाओं में व्यूटाडीन 'मनका' की सख्या बढ़ाकर वे और भी अधिक रबड़ जैसा व्यूटाकॉन बनासकते हैं। इस प्रकार कितने ही प्रकार के व्यूटाकॉन रबड़ हैं जो सभी ऊष्मासह, तेल सह आर वजन में हल्के हैं चाहे वे बहुत कठोर हो या बहुत नरम आर रबड़ जैसे हों। (प्लेट 24)

व्यूटाकॉन का उपयोग कार और वायुयान के टायर बनाने के लिए और जेट इंजनों के लिए ईंधन-पाइप बनाने के लिए किया जाता है। परन्तु सबसे पहले वह आप के जूते के तले के रूप में ही लगा होगा। व्यूटाकॉन इतना मजबूत होता है कि उसके बने तले और एंडियाँ अन्य किसी भी पदार्थ से तीन गुना अधिक समय तक चलत हैं। भविष्य में जूतों के तले दुबारा लगाने की जरूरत नहीं होगी, मोची को केवल ऊपर का भाग बदलने का काम रह जायेगा।

एक और भी ऊष्मा-नरम प्लास्टिक है जिसके बारे में भविष्य में आपको बहुत कुछ पता चलेगा। रसायनज्ञ इसे पोलिटेट्राफ्लूएथिलीन (या संक्षेप में p t f e) कहते हैं परन्तु यह बाजार में 'फ्लूऑन' या 'टेफ्लॉन' के नाम से विकता है। इसकी विशाल श्रृंखलाएँ पॉलिथीन की श्रृंखलाओं जैसी ही दीखती हैं केवल अन्तर यह होता है कि इसमें कार्बन परमाणु से हाइड्रोजन के स्थान पर फ्लोरीन के परमाणु संयुक्त होते हैं।



फ्लूऑन का मूल्य 36 रु प्रति पाउंड से अधिक होता है इसलिए डिजाइनर और इंजीनियर इसे तभी प्रयुक्त करते हैं जब जरूरी हो। यह देखने और छूने में पॉलिथीन जैसा ही लगता है सफ़ेद और मोम जैसा और पॉलिथीन की तरह यह विद्युत का अच्छा इन्सुलेटर है। एक बड़ा अन्तर यह है कि फ्लूऑन कहीं अधिक ऊष्मासह होता है। यह अत्यधिक सक्षारणरोधी और चिकना हाता है। इसका गला सकन की क्षमता कुछ धातुओं में, जब वे पिघली हुई हों, तथा गरम फ्लोरीन गैस में ही होती है। कुछ वर्ष पूर्व तक फ्लूऑन का कोई विशेष उपयोग नहीं होता था क्योंकि 36 रु प्रति पाउंड के प्लास्टिक से आप बड़े रासायनिक टैंक और पाइप नहीं बना सकते। परन्तु उसके बाद रसायनज्ञों ने यह मालूम कर लिया कि इस

अत्यधिक 'फिसलने' वाले पदार्थ को धातु के ऊपर कैसे चिपकाया जा सकता है इसलिए अब धातु के बने टैंको पर उसकी एक पतली परत चढ़ाना संभव है। पलूऑन की 'फिसलन' भी बहुत उपयोगी होती है, इससे ऐसे वेयरिंग बनाए जा सकते हैं जिनमें तेल देने की जरूरत नहीं पड़ती और आटे तथा कागज जैसी चीजों के ऊपर चलने वाले वेलन घनाने के लिए प्रयुक्त किया जा सकता है जिससे बचिपक नहीं। बर्फ पर फिसलने (skiers) के खेल में भी यदि उनके पादिकाएँ पलूऑन चढ़ी हो तो वे दुगने वेग से चलती हैं।

अब दूसरे प्लास्टिक लीजिए—कठोर और दृढ़ ऊप्मा—कठोर तथा जिनमें श्रृंखलाओं और क्रॉस-चय (cross-link) का जाल है। उनमें से कुछ सब से पुराने प्लास्टिक हैं और कुछ बहुत नए भी हैं।

वैज्ञानिक इन प्लास्टिकों को 'रेजिन' कहते हैं और वे उन्हें उसी प्रकार प्रयुक्त करते हैं जिस प्रकार बढ़ई सरस का प्रयोग करता है। ठंडा होने पर बढ़ई का सरस भूरे रंग का ठोस पदार्थ होता है और उसे यदि आप चाहें तो उसे गरम कीजिये और जब वह कुछ पतला हो जाए तो साँचे में डालकर ठंडा कीजिये। आप तब उसे किसी भी रूप में परिवर्तित कर सकते हैं। साँचे में रेजिनो स जो पछ युक्त अणु बनते हैं उन्हें रसायनज्ञ गरम करके 'सुखा' सकते हैं और टेलीफोन, ऐस्ट्रे, विद्युत प्लग तथा स्विच और कारों के आघात पट्ट (dash board) बना सकते हैं।

रेजिनो को प्रयुक्त करने का यह बहुत पुराना तरीका है। यदि आप इन रेजिनो में चूर्णित लकड़ी या लकड़ी की छीलन या सूती व नाइलन का कपड़ा, कागज, ऐस्बेस्टॉस और सब से महत्वपूर्ण काँच तन्तु मिलाकर उन्हें गरम करें और साँचों में सपीडित करके भर दें तो रेजिन कठोर होकर बाकी चीजों को कठोर और दृढ़ चादरो के रूप में जोड़ देता है जिन्हें लैमिनेट (पटलित) कहते हैं। प्लाई-काष्ठ एक लैमिनेट है और प्लाई-काष्ठ की एक चादर को तोड़ने की कोशिश करने पर आपको पता चलेगा कि ये रेजिन कितने शक्तिशाली होते हैं। वास्तव में लकड़ी की पतली परतें ही उखड़ती हैं उन्हें चिपकाने वाली सरस की परत नहीं टूटती। पर प्लाई-काष्ठ केवल बढ़ई वाले साधारण सरस से ही चिपकाकर जोड़ा जाता है, प्लास्टिक रेजिन के सरस तो और भी अधिक मजबूत होते हैं।

चूर्णित लकड़ी की छीलन जैसे पदार्थ से निर्माता सस्ते (और काफी भगुर) लैमिनेट बना सकते हैं और कपड़े से वे बहुत मजबूत लैमिनेट भी बना सकते हैं तथा उनमें कई रंग और पैटर्न बना सकते हैं। इस प्रकार के लैमिनेट आपने मिल्कवार और कैफे (चायपान ग्रह) की दीवार और मेजा पर देखा होगा। जब निर्माता ऐस्बेस्टॉस (प्राकृतिक अदह तन्तु) का उपयोग करते हैं तो वे उससे चूल्हों और औद्योगिक भट्टियों के लिए ऊप्मासह चादरे बना सकते हैं। लेकिन सब से अधिक

मजबूत और दृढ़ चादरे बनाने के लिए इन रेजिन को काँच के तन्तुओं के साथ मिलाया जाता है।

प्लेट 27 और 28 में दो ऐसी चीजे दिखाई गई हैं जो तन्तु काँच में रेजिन का सरेस मिलाकर बनाई जाती हैं परन्तु इस प्रकार की सेकड़ो अन्य चीज भी हैं। इनमें रसायनो को जमाकरके रखने के लिए टैंकियाँ और पाइप, वायुयानो की नासिका और पखो के सिरे, वायुयानो के नोदक (propellers), फर्नीचर, आघात टोप, पेट्रोल के टैंक और सूट केस भी सम्मिलित हैं।

तन्तु काँच में ऐसी क्या विशेषता है? कार निर्माता उसे कार का ढाँचा बनाने के लिए धातु से भी अधिक अच्छा क्यों मानने लगे हैं? सब से पहली बात यह है कि भार का देखते हुए वह मृदु इस्पात से अधिक मजबूत होता है। क्योंकि इसका भार उससे एक तिहाई होता है। इस प्रकार यह सब से अच्छे एल्यूमीनियम और मैग्नीशियम मिश्रधातु के समान हो जाता है। तन्तु काँच का बना कार का ढाँचा इतना हल्का होता है कि दो व्यक्ति उस आसानी से उठ सकते हैं। धातु में जग लग जाता है। परन्तु तन्तु काँच में नहीं लगता और उसमें खरोच भी नहीं पड़ती। यदि आप उसपर हथोड़ा चलाए तो हथोड़ा उस से टकरा कर वापस लोट आता है। तन्तु काँच को बनाते समय उसमें कोई भी रंग दिया जा सकता है इसलिए उस पर रंग रोगन की जरूरत भी नहीं पड़ती और उसका रंग उतरता भी नहीं।

तन्तु काँच ऐसा क्यों है। हालाँकि खिड़की की काँच की चादर इतनी मजबूत नहीं होती और भंगुर भी होती है। परन्तु काँच में तन्तु में ऐसी बात नहीं होती। वे किसी भी प्राकृतिक या मनुष्य निर्मित तन्तु से अधिक मजबूत होते हैं और वे अत्यधिक कठोर तथा स्पिंग के गुणो वाले होते हैं। इसके अतिरिक्त वे अत्यधिक ऊष्मा सह और सक्षारण-रोधी होते हैं और चूँकि वे मनुष्य निर्मित होते हैं (पिघले काँच से) इसलिए उन्हें किसी भी रूप में मोटे या पतले तन्तु या कपड़े के रूप में बनी तन्तु की चादरे—बनाया जा सकता है। तन्तु काँच की चादर में काँच ही मजबूती देने वाली चीज है न कि सरेस। परन्तु रेजिन भी उतना ही महत्वपूर्ण है। वह काँच के तन्तु को एक साथ बाँधता है और उन्हें उचित आकार में ढालता है। कुल मिलाकर मुख्य रूप से चार प्रकार के रेजिन होते हैं दो पुराने हैं और दो बहुत नए हैं। दो पुराने फिनोल फार्मेल्डहाइड (phenol-formaldehyde) या pf रेजिन और यूरिया फार्मेल्डहाइड (Urea-formaldehyde) या uf रेजिन कहलाते हैं क्योंकि ये फिनोल, यूरिया और फार्मेल्डहाइड के पूछ वाले अणुओं से बनाए जाते हैं।

ये दो रेजिन वे हैं जो टेलीफोन और बिजली के प्लग आदि चीजे बनाने के लिए प्रयुक्त किए जाते हैं। परन्तु इनसे अत्यधिक मजबूत सरेस भी बनते हैं जो वास्तव में इतने मजबूत होते हैं कि वायुयान के डिजाइनर अब वायुयान के भाग

जाडने क लिए धातु की कीलों के बजाए इसी को काम में लाते हैं।

जब आप दा धातुआ का कील में जाडते हैं तो धातु की चादरो को मोटा रखना पडता है जिसमें वे कीलो को सँभाले रख, परन्तु सरेस के साथ यह जरूरी नहीं है, इसमें भार में कमी की जा सकती है। ये सरेस लग जोड़ वास्तव में कील से लगे जोड़ से अधिक मजबूत हाते हैं कभी कभी तो वे स्वयं धातु से भी अधिक मजबूत हाते हैं। वायुयान में लगी कील थोड़ी थोड़ी बाहर उभरी हुई होती हैं जिससे उसका तल कम धारा-रेखीय होता है परन्तु सरेस के जोड़ चिकने होते हैं। वे सस्ते भी पडते हैं। सरेस के जोड़ की कीमत एक तिहाई पडती है। परन्तु सरेस से जोड़ लगे विमान (उदाहरण के लिए कॉमेट) न केवल बनाने में ही सस्त पडते हैं बल्कि कील से जुड़े विमानों की तुलना में उनकी उड़ान का खर्च भी कम पडता है, क्योंकि वे हलके हाते हैं इसलिए अधिक यात्री और ईंधन ले जा सकते हैं।

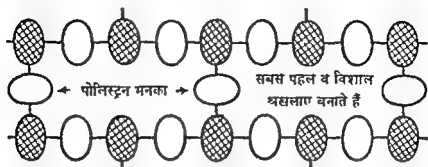
परन्तु pf और hf रेजिन में एक कठिनाई है—उन्हें कठोर बनाने के लिए गरम करके शक्तिशाली दाबों के बीच में सपीडित करना पडता है। इसका अर्थ यह होगा कि सरेस से बनाने वाली चादरा के लिए प्रयुक्त उपस्कर महंगे तथा ढाँच बहुत मजबूत हान चाहिए।

परन्तु दो नए रेजिन इन से बिल्कुल भिन्न हैं। उन्हें कठोर बनाने के लिए केवल मामूली गरम करना पडता है और उनसे लैमिनेट बनाने के लिए उन्हें केवल साँचे में ठूसना होता है, इससे अधिक दाब की जरूरत नहीं होती। इसलिए उन्हें लकड़ी या प्लास्टर के साँचों में कोई भी बना सकता है। उसपर तन्तु काँच का कपडा और रेजिन फ्लाइये और तब उसे दबाकर हल्का गरम कीजिए और उससे आप तन्तु काँच की नाव या कार का ढाँचा बना सकते हैं। ये आसानी से बनने वाले रेजिन हैं—पॉलिएस्टर और ऐपेक्साइड रेजिन। रसायनज्ञ इन्हें बाकी अन्य रेजिन से भिन्न विधि से बनाते हैं जिनमें मनकाय एकान्तर में हाती है। इनमें से कुछ "मनकाए" आपस में दो दो हुकों से जुड़ी रहती हैं और इन दो हुकों में से एक को उन्हें जोड़ने के लिए रखा जा सकता है और एक को मुक्त किया जा सकता है। और इस मुक्त हुक से अन्य "मनकाए" जोड़ी जा सकती हैं। "पॉलिएस्टर" में यह अन्य मनका वह है जिसमें पॉलिस्टीन की विशाल श्रृंखलाएँ यानी स्टीरीन बनती हैं।



क्रास घटाने वाले "मनकाए" में फेर बदल कर क तथा श्रृंखला में दोहर हुकों की मात्रा में परिवर्तन करके रसायनज्ञ एम पॉलिएस्टर बना सकते हैं जो रबड़ में लगातार दृढ़ तथा कठोर प्लास्टिक तक हो सकते हैं। यह एक दूसरा उदाहरण है

कि वैज्ञानिक मन चाहे पदार्थ किस प्रकार बना सकते हैं।



काच ततुआ को परस्पर जोडने का कार्य नए रेजीना (Resino) के आधुनिक उपयोगा मे से एक महत्त्वपूर्ण उपयोग है। एपोक्साइड रेजीना से अत्याधिक कठोर, दृढ़ ऊप्पा सह और सक्षारण-रोधी लेय भी बनाए जा सकत हैं। कार के धातु के ढाच पर तथा कुछ अन्य चीज पर भी उसका लप किया जा सकता हे, उदाहरण के लिए सीने की मशीन, धुलाई की मशीने, टीन के डिब्बे, रसायन रखने के ड्राम और नल, इजन के भाग, वायुयान की त्वचा तथा पेट्रोल और दूध ले जान वाली गाडियों के अदर तथा बाहर के तूल। इन रेजीना से लकडी के फर्नीचर और फर्श के नित्ये चमकदार और घब्या रोधी वार्निश और पालिश बनाई जा सकती है।

अगले कुछ वर्षों मे सभवत आपके सभी कपडो पर प्लास्टिक का लेप होगा परतु पोलिएस्टर या एपोक्साइड रेजीना का नही। प्रत्येक तत पर सिलीकोन तेल (Silicone Oil) की एक पतली झिल्ली चढ़ी होगी। आप उसे न तो दख सकेगे और न महसूस ही कर सकेगे परतु आप उसक बारे मे अवश्य जान सकग क्योंकि उससे आपके कपड दागरुद्ध और जलरुद्ध हा जाएगे। इजीनियर इन तेलो का वायुयान के इजन ओर हाइड्रालिक तंत्रा (Hydraulic Systems) मे प्रयोग कर रहे हैं। व इस का उपयोग इसलिए करते हैं कि अन्य तेल गरम हाने पर बहुत पतले हो जाते हैं और ठडे होने पर जम जाते हैं जैसा कि वायुयान क बहुत ऊँचाई पर तथा बहुत तेजी से उडने पर होता है। इन्ही कारणो से वे वायुयान म सिलीकान रबड का भी उपयोग कर रहे हैं। साधारण रबड गरम होने पर नरम ओर चिपचिपी हो जाती है और फिर ठडी होने पर कठोर तथा भगुर हा जाती हे। मिलीकोन रबड म काफी अधिक ताप तक कोइ अतर नही पडता इसलिए उसका उपयोग जेट इजन के तेल (Oil Seals) ओर गेस्कट (Gasket) तथा वायुयान मे लगे विद्युत तारा और केबिलो को ढकने तथा इसुलेशन के लिए भी हाता है।

सिलीकन रेजीने रबड मे भी अधिक ऊप्पा सह होते हैं। रसायनज्ञ उन्हे

ऐल्यूमिनीयम के चूर्ण में मिलाकर इतना ऊष्मा सह बना सकते हैं कि उन्हें चिमनियों की पकियाँ, टरबाईन के पटल, इंजनों के सिलिण्डर शीर्ष (Cylinder heads) और निर्वात नलिकाओं (Exhaust pipe) में धातु के ऊपर लेप की तरह प्रयुक्त किया जाता है। वे इस सिलिकोन रेजिन को रंग भी सकते हैं। और उनसे ऊष्मा सह पेट बना सकते हैं।

जल रुद्ध ऊष्मासह और शीतसह होने के अतिरिक्त सिलिकोन फ्लूओन (Filon) की तरह फिसलन वाला भी होता है। कई निर्माताओं के लिए यह बहुत लाभ की चीज सिद्ध हुई है। आप एक सिलिकोन लेपित कढ़ाई या सॉसपेन बना सकते हैं। या आपके ग्रीजरटर में बर्फ की ट्रे पर उसका लेप हो सकता है जिससे बर्फ धातु पर नहीं जमेगी। बेकरी में भी न चिपकने वाली सिलिकोन लेपित ट्रे का इस्तेमाल डबल रोटी बनाने के लिए किया जाने लगा है। परंतु न चिपकने वाले सिलिकोना का सबसे रोचक उपयोग धातु ढालने के नए तरीके में से रहा है जिन्हें शेल मोल्डिंग (Shell Moulding) कहते हैं। पिछले कुछ समय तक धातुएं रेत के बने हुए सांचों में ढाली जाती थीं।

परंतु रेत के ये सांचे एक बार के इस्तेमाल के बाद बेकार हो जाते हैं। शेल मोल्डिंग में जिसमें रेत रेजिन के साथ में सरेस के रूप में रेजिन या केवल रेजिन को सांचे प्रयोग किए जाते हैं। इन सांचों को दर्जनो बार प्रयुक्त किया जा सकता है। और इन्हें बनाना भी बहुत आसान होता है। यदि आप माटर साईकिल के सिलिंडर शीर्ष (Cylinder heads) हजारों की संख्या में बनाना चाहते हैं तो उस प्रकार के एक या दो बनाइये और उस पर रेजिन का लेप कीजिए इसके बाद उसे गरम कीजिए जिससे रेजिन कठोर हो जाये। उसके बाद रेजिन का खोल (Shell) उतार लीजिए और यह आपके सिलिंडर शीर्ष बनाने के लिए सांचे का काम करेगा। परंतु यदि आप सिलिंडर शीर्ष को न चिपकने वाले सिलिकोन तेल से चिकना न करे तो आप रेजिन के खोल नहीं उतार सकते। इसी प्रकार निर्माता इन तेलों का उपयोग सांचे में रबड़ का चिपकने से बचाने के लिए भी करते हैं जिसकी आवश्यकता माटर के टायर बनाने में पड़ती है (Plate 22)। शेल मोल्डिंग का उपयोग भविष्य में अधिकाधिक किया जाएगा। क्योंकि वह इतना सस्ता और तेज पदार्थ है।

पिछले दो अध्यायों में हमने इसके उदाहरण दिए हैं कि रसायनज्ञ प्लास्टिकों की 'मनकाये' श्रृंखलाओं और जालक में परिवर्तन करके उन्हें किस प्रकार बनाने डालते हैं। फिर वैज्ञानिकों ने पता लगाया कि वे प्लास्टिकों को एक अन्य तरीके से भी परिवर्तित कर सकते हैं यानी शक्तिशाली किरणों और परमाणु छत्रों की बौछार से भी उन्हें परिवर्तित कर सकते हैं। जब वे ऐसा करते हैं तो विचित्र बातें होती हैं उदाहरण के लिए पोलिथीन जैसी सरल विशाल श्रृंखलाएं परस्पर क्रॉस-बंधनों

द्वारा जुड़ जाती हैं और दृढ़ पोलिथीन बग जाता है जो न नरम होता है और न पिघलता है। इसका कोई रासायनिक तरीका नहीं है। यहाँ तक कि यदि 50 में से एक पोलिथीन 'मनका' भी क्रॉस-सबध से जुड़ जाती है तो उससे भी प्लास्टिक काफी ऊँचे ताप को सहन करने योग्य हो जाता है, इस क्रॉस-बधन (Cross Link) वाले पोलिथीन की बनी बोतले ऐसी होती हैं कि उनमें पिघला हुआ सीसा तक डाला जा सकता है। और उससे इन्सुलेट किए गए तार काफी शक्तिशाली विद्युतधारा या वहन कर सकते हैं और उनको तप्त होने पर भी ऊपर चढ़ा पोलिथीन इन्सुलेशन नहीं पिघलता। रबड़ जैसी विशाल श्रृंखलाओं का भी क्रॉस-बधन किया जा सकता है। जिससे अधिक कठोर तथा ऊष्मासह रबड़ बनाए जा सकते हैं। उनमें अतिरिक्त कार्बन की जरूरत भी नहीं पड़ती।

वैज्ञानिक 'मनका' को श्रृंखलाओं के रूप में जोड़ने के लिए किरणों का उपयोग भी करने लगे हैं। पहले की तरह ऊष्मा, दाब और उत्प्रेरक प्रयुक्त करने के बजाय वे उन पर केवल किरणों की वर्षा करते हैं। और जैसे ही किरणों को बन्द करते हैं, वैसे ही श्रृंखलाओं का बढ़ना भी बंद हो जाता है। इसलिए वैज्ञानिक अब किसी भी लंबाई की विशाल श्रृंखला पहले से अधिक शुद्धता से बना सकते हैं और ये श्रृंखलाएँ बिल्कुल 'शुद्ध' भी होती हैं। जब आप उत्प्रेरक की सहायता से श्रृंखला को बड़ी बनाते हैं तो वे कुछ 'गंदी' हो जाती हैं क्योंकि वे उत्प्रेरक के भी कुछ परमाणुओं को ग्रहण कर लेती हैं। इससे वे कम दृढ़ और कम ऊष्मासह हो जाती हैं और उन्हें धातुओं की तरह साफ करना पड़ता है और विशाल श्रृंखलाओं के साफ करने का काम काफी महंगा होता है।

हाल ही में अमरीकी रसायनज्ञों ने यह भी मालूम किया है कि वे काच को एक बिल्कुल नए पदार्थ के रूप में बदल सकते हैं। यह नया पदार्थ पाइरोसीरम (Pyroceram) है। वे यह कार्य साधारण काच में कुछ रसायन मिलाकर उसे गरम करके फिर ठंडा करके तथा बार बार गरम और ठंडा करके पूरा करते हैं। इस प्रकार वे काच के परमाणुओं को जो कभी भी व्यवस्थित पैटर्न में नहीं होते उसी प्रकार रेखित कर देते हैं जैसे धातु में उनकी परते होती हैं। इससे काच में भारी परिवर्तन आ जाता है। पाइरोसीरम फ्लैट कौंच से भी कठोर होता है इसलिए वह प्लास्टिक से भी कठोर हो जाता है। यह ऐल्यूमीनियम की तरह हल्का और अपने भार की दृष्टि से सबसे शक्तिशाली इस्पात से भी अधिक प्रबल होता है। यह अति-ऊष्मासह तथा सक्षारण-रोधी भी होता है। प्लेट 26 के चित्र में देखिए कि जब वैज्ञानिक एक ताँबे की छड़, एक इस्पात की छड़ और एक पाइरोसीरम की छड़ भट्ठी में रखते हैं तो क्या होता है? ताँबे की छड़ पिघल जाती है, और इस्पात

की छड़ बीच स झुक जाती है परन्तु पाइरासीरम की छड़ में कोई परिवर्तन नहीं होता। डिजाइनरों और इंजीनियरों का दूरनियोजित प्रक्षेपास्त्र, राकेटों तथा अन्तरिक्षयानों (प्लेन 25) में ऐसे ही पदार्थ की आवश्यकता होती है। वे अभी स इसका उपयोग करने लगें हैं परन्तु इसमें कोई शक नहीं है कि पाइरोसीरम भविष्य का एक महत्त्वपूर्ण पदार्थ है।

•

V भविष्य के पदार्थ

कॉमेट जैसे विमान की डिजाइन, निर्माण तथा परीक्षण में लगभग 10 वर्ष लग जाते हैं। दस वर्ष पूर्व टिटोनियम एक विरल और बहुत महगी धातु थी प्रत्येक वर्ष उसकी केवल कुछ ही पौंड मात्रा बनाई जाती थी। इसलिए कॉमेट के निर्माताओं ने उसको प्रयुक्त करने की बात नहीं सोची। परन्तु जब वे कॉमेट विमान तैयार कर रहे थे, टिटोनियम अधिकाधिक मात्रा में तैयार किया जाने लगा और उसका मूल्य इतना गिर गया कि उन्हें अपना विचार बदलना पड़ा और उन्होंने उसे कुछ हल्की मिश्रधातुओं की जगह प्रयुक्त किया। इससे पता चलता है कि टिटोनियम धातु कितनी नयी है परन्तु यही बात कई अन्य नई धातुओं और प्लास्टिकों के बारे में सत्य है।

अभी तो कोई भी नयी धातु वास्तव में सस्ती नहीं है परन्तु वैज्ञानिक उनके बारे में इतनी जानकारी प्राप्त कर रहे हैं कि वे हर साल सस्ती होती जायेगी। अयस्क से उनके पृथक्करण की नयी विधियाँ उन्हें साफ करने की नयी विधियाँ और उनके ढालने की तथा संयुक्त करने की नयी विधियों से नयी धातुओं की कीमत घटाने में काफी सहायता मिल रही है। परन्तु सब से महत्वपूर्ण बात यह है कि उनका मूल्य कम होने के साथ साथ अधिकाधिक लोग उनका उपयोग करने लगे हैं। इस अतिरिक्त मांग को पूरी करने के लिए आपको इन धातुओं की और अधिक मात्रा बनानी पड़ती है। और आप इनकी जितनी अधिक मात्रा बनाएंगे वे उतनी ही सस्ती पड़ेगी।

परन्तु टिटोनियम जैसी धातु कभी भी इस्पात जितनी सस्ती नहीं हो सकती हालाँकि वह ऐल्यूमीनियम जितनी सस्ती हो सकती है। इसके साथ-साथ ऐल्यूमीनियम और मैग्नीशियम जैसी धातुएँ जो विद्युत की सहायता से अयस्क से पृथक् की जाती हैं, इस्पात या लकड़ी जितनी सस्ती हो जाएँगी क्योंकि परमाणु शक्ति केन्द्रों से सस्ती विद्युत उत्पन्न हो सकेगी। अभी मे रेल के डिब्बे, नल-ट्रेन (Tube Trains), लॉरी और यहाँ तक कि पुलों में भी लकड़ी और इस्पात के स्थान पर ऐल्यूमीनियम और मैग्नीशियम का उपयोग होने लगा है—वे अब ऐसी महगी धातुएँ नहीं हैं कि उन्हें केवल वायुयान निर्माता ही प्रयुक्त कर सकें। उनका

इस्तेमाल के विकास में अब कोई बाधा नहीं है। पृथ्वी में इतना ऐल्यूमीनियम और समुद्र में इतना मैग्नीशियम है कि वह कभी खत्म नहीं होगा। टिटैनियम भी अब इन्हीं धातुओं की तरह हो जाएगा और सस्ता होने पर उसका उपयोग रेल के डिब्बों जैसी जगहों में भी होने लगेगा।

परन्तु कुछ धातुओं की कहानी इससे उल्टी ही है, वे दिन प्रतिदिन महगी होती जा रही हैं। हम इन धातुओं के सभी समृद्ध तथा सुलभ निक्षेप काम में ला चुके हैं। इसलिए अब हमें इन्हें सस्ते स्रोतों से प्राप्त करना शुरू करना पड़ेगा या फिर ऐसे समृद्ध अयस्क से प्राप्त करना होगा जो बहुत दूर के स्थानों में हो जैसे आर्कटिक, ऐण्टार्कटिक, सहारा, आस्ट्रेलिया का मन्सूथल और साइबेरिया। उदाहरण के लिए सीसे के साथ यही हुआ है। मध्य युग में यह इतना सस्ता और अधिकता में मिलता था कि लोग इसको भारी मात्रा में चर्च की छतों में प्रयुक्त करते थे, अब यह विद्युत के तारों पर चढ़ाने तथा जल पाइप जैसी चीजों के लिए भी बहुत महंगा पड़ता है। साधारणतया इसका स्थान लेने के लिए ऐल्यूमीनियम जैसी धातुएं और कुछ प्लास्टिक उपलब्ध हैं। यह बात निकल, टिन और यहाँ तक कि लोहे पर भी लागू हो रही है। भविष्य में मिश्रधातुओं में निकल के स्थान पर मैग्नीज और मोलीब्डेनम जैसी धातुएं रखनी होंगी, परन्तु लोहे का स्थान लेने के लिए अभी तक हमारे पास कोई भी धातु नहीं है। लोहे से इस्पात बनता है और इस्पात सब से महत्वपूर्ण धातु है।

ब्रिटेन और अमेरिका जैसे देश हर वर्ष इतना इस्पात प्रयुक्त करते हैं कि लौह-अयस्क के निक्षेप अब घटते जा रहे हैं। परन्तु अभी परिस्थिति इतनी निराशाजनक नहीं हुई है, अभी कुछ घटिया अयस्क से करोड़ों टन लोहा निकाला जा सकता है। हो सकता है कि अभी बहुत सी समृद्ध खानें हों जिनको अभी तक खोजा नहीं गया है। इसके अतिरिक्त करोड़ों टन पुराना लोहा भी होगा जिसे प्रयुक्त किया जा सकता है। फिर लोहा अधिक महंगा होता जाएगा। परन्तु दूसरी तरफ वैज्ञानिक सस्ता इस्पात बनाने के नए तरीके खोज रहे हैं, जो इस बढ़ती हुई कीमत का काम कर सकते हैं।

इनमें से एक सबसे महत्वपूर्ण तरीका है स्वचालन (automation) के उपयोग में। भविष्य में धातुएं सभी मशीनों में पिघलाई जाएंगी या पूरी तरह उपकरणों द्वारा नियंत्रित होंगी, और स्वचालित रूप में ही धातुओं का मिश्रण बनाया जाएगा और पिघली हुई अवस्था में ही वे स्वचालित ढलाई मशीनों में पम्प द्वारा भरी जाएंगी जिनमें अब की तुलना में अधिक तेजी में ढलाई का काम हो सकेगा। यद्यपि यह चीज इतनी सरल नहीं होगी कि उनपर मशीन चलाने की जरूरत

नहीं होगी। और यहाँ तक कि मशीनिंग का कार्य (Machining) भी स्वचालित होगा।

भविष्य में धातुओं से क्या-क्या आशाएँ होगी? अभी तो आप केवल यही कह सकते हैं कि डिजाइनर और इंजीनियर अब की तुलना में अधिक मजबूत, अधिक दृढ़ और अधिक ऊष्मासह तथा जगरोधी धातुओं और मिश्रधातुओं की आशा करेंगे। वायुयान अब के मुकाबले में अधिक तेज चलने वाले होंगे और उनके जेट इंजन और अधिक गरम हो जायें करेंगे। लंबी दूरी की उड़ान में वायुयानों का स्थान राकेट ले लेंगे—ये राकेट पृथ्वी से 100 मील ऊपर उड़ा करेंगे और लगभग 15,000 मील प्रति घंटा की चाल से चलकर पुनः पृथ्वी के वायुमंडल में लौट आया करेंगे। जमीन पर उतरने से पहले इन राकेटों को धीमा करना भी बड़ा मुश्किल कार्य होगा और इसके लिए अत्यधिक ऊष्मा सह तथा सक्षारण रोधी धातुएँ ढूँढना तो और भी अधिक कठिन होगा।

क्या भविष्य में धातुकर्मी और अच्छी धातुएँ उत्पन्न कर सकेंगे? जिस दर से वे कार्य कर रहे हैं, उन्हें सफलता मिलने की पूरी संभावना है। उदाहरण के लिए परमाणु शक्ति केन्द्रों में बेरीलियम और जिर्कोनियम जैसी धातुओं का उपयोग करके वैज्ञानिकों ने उनके बारे में और अधिक जानकारी प्राप्त की है। कुछ वर्षों में उन्हें सारी धातुओं के बारे में इतनी जानकारी प्राप्त हो जाएगी कि उन्हें पता चल जाएगा कि उन्हें मिला कर मिश्रधातु बनाई जायेगी तो वास्तव में क्या होगा। एक बार यह पता चल जाने पर वे यथासंभव अधिक से अधिक ऊष्मासह, सक्षारण रोधी, कठोर और दृढ़ मिश्रधातुएँ तैयार कर सकेंगे। इन मिश्रधातुओं में ऐसी धातुएँ भी हो सकती हैं जिनका उपयोग हम आजकल नहीं करते और प्रत्येक मिश्रण में निश्चय ही कई विभिन्न धातुएँ होंगी।

भविष्य की कुछ चीजों के लिए संभवतः ये मिश्रधातुएँ भी उतनी अच्छी नहीं होंगी। तब क्या होगा? वैज्ञानिकों को तब कुछ और ढूँढना होगा। वास्तव में वे इस बारे में अभी से खोज में लगे हैं, काँच से पाइरोसीरम तैयार करना इसका एक उदाहरण है, नये पदार्थ सिरेमिक्स अन्य उदाहरण हैं।

सिरेमिक्स वास्तव में सब से पुराने पदार्थों में से हैं क्योंकि उनमें चीनी मिट्टी और पौट्री भी शामिल हैं। परन्तु नए सिरेमिक्स इन से बिल्कुल भिन्न हैं। ये प्रकृति के सब से अधिक ऊष्मासह और सक्षारण रोधी पदार्थों क्ले (clay) और खनिज जैसी चीजों से बने हैं जिनमें सिलिकन परमाणु होते हैं। इनमें नई धातुओं के जग भी शामिल हैं। उदाहरण के लिए ऑक्सीजन के साथ संयुक्त ऐल्यूमीनियम और जिर्कोनियम लगभग उतने ही कठोर होते हैं जितना कि हीरा जो सब से कठोर माना जाता है। वैज्ञानिक इन पदार्थों को दूरनियंत्रित प्रक्षेपास्त्र, राकेट, ऊष्माविनिमय

(heat exchanges) और जेट इंजनों में धातुओं पर लेप करने के लिए प्रयुक्त करते हैं। उन्होंने यहाँ तक कि एक स्प्रेगन (spray gun) भी तैयार की है जिससे इन सिरैमिका को धातुओं पर कम कीमत से ही छिड़का जा सकता है। यह स्प्रे गन (spray gun) इतनी ऊष्मा सह होती है कि इस से पिघला हुआ निकल और क्रोमियम मिश्रधातु भी स्प्रे किए जा सकते हैं।

अब भविष्य के प्लास्टिकों पर विचार कीजिए। वे सस्ते भी होते जा रहे हैं। रसायनज्ञ उन्हें प्राप्त करने के लिए कोयला और तेल से नये कच्चे पदार्थ निकालने की नयी विधियाँ खोज रहे हैं, 'मनकाओ' को जोड़कर श्रृंखला और जाल बनाने के नए तरीके ढूँढ़ रहे हैं, और विभिन्न श्रृंखलाओं को जोड़कर 'ब्यूटाकॉन' और पोलिएस्टर तथा एपोक्साइड रेजिन जैसी चीजे बनाने की नयी विधियाँ खोज रहे हैं। परन्तु भविष्य की बड़ी उपलब्धियाँ प्लास्टिक के बन जाने के बाद उसे ढालने की नई विधियाँ खोज निकालने पर निर्भर करेंगी। इंजीनियर ऐसी मशीनें बनाने में लगे हैं जो प्लास्टिक की तैयार चीजे पहले की तुलना में काफी अधिक तेजी और यथार्थता से बना सकेंगी।

प्लास्टिकों के सस्ते हो जाने पर उनका उपयोग विशेष रूप से घरों में बहुत अधिक होने लगेगा। आप सारे घर की फैंट्री में ही तन्तु काँच से निर्मित होने की कल्पना कर सकते हैं—वे इतने हल्के होंगे कि उन्हें फैंट्री से मकान बनाने के स्थान तक लॉरी की छत पर लेजाना संभव होगा। इस प्रकार के मकान का एक चित्र प्लेट 28 में दिखाया गया है, यह केवल प्लास्टिक का बना एक मकान है जो 1957 में अमरीका की एक प्रदर्शनी में रखा गया था। परन्तु इस बात की संभावना कम है कि भविष्य के मकान केवल प्लास्टिक के बने होंगे। ऐसा क्यों होगा? आर्किटेक्ट और भवन निर्माता उपलब्ध पदार्थों में से अच्छे से अच्छे पदार्थ इस्तेमाल करना चाहते हैं, और कुछ बातों के लिए धातुएँ और लकड़ी प्लास्टिक से भी अच्छी होती हैं और अच्छी दिखायी देती हैं। परन्तु निश्चय ही हमारे मकानों में पहले से अधिक विविधता होगी।

हमारे मकान बदल जाएंगे और हमारे कपड़े भी। आजकल हमारे कपड़े प्रायः हमेशा ही तन्तुओं के ताने बाने से बुने या बनाए जाते हैं जिससे उनमें हजारों छिद्र रहते हैं जिनके जरिए हमारी त्वचा साँस लेती है और पसीना निकालती है। परन्तु इसमें समय लगता है और महंगा भी पड़ता है। यदि वैज्ञानिक प्लास्टिक की चादरो से कपड़े बना सकें तो वे बहुत सस्ते पड़ेंगे। प्लास्टिक की चरसाती ऐसी ही है परन्तु उसमें छिद्र नहीं होते। परन्तु संभवतः जल्दी ही रसायनज्ञ और कपड़ा निर्माता कृत्रिम तन्तु के टुकड़ों को फैलाकर उन्हें प्लास्टिक गाद की सहायता से जोड़ना सीख लेंगे। वे देखने में और पहनने में हमारे इन कपड़ों जैसे ही होंगे।

जब हम इस बारे में सोचते हैं तब पाते हैं कि हमने इन नये पदार्थों के उपयोग का ढंग सीखना अभी आरम्भ मात्र किया है। लगभग डेढ़ सौ वर्ष पूर्व मनुष्य ने खान से कोयला निकालना सीखा था और वह महत्त्वपूर्ण ईंधन बन गया, तभी उन्होंने इस्पात बनाना भी सीखा था। यह औद्योगिक क्रान्ति लाने के लिए पर्याप्त था, जो पिछली शताब्दी के दौरान चलती रही। अब कोयले और तेल का स्थान परमाणु ऊर्जा ले रही है और मनुष्य के स्थान पर स्वचालित मशीन आरम्भ हैं और पुराने पदार्थों के स्थान पर नए पदार्थ आ रहे हैं। इस का एक ही निष्कर्ष है—दूसरी औद्योगिक क्रान्ति और ऐसी कि उससे पिछली क्रान्ति की तुलना में कहीं अधिक भारी परिवर्तन होंगे। अभी तो कोई भी ठीक-ठीक नहीं कह सकता कि ये परिवर्तन कैसे होंगे। परन्तु एक बात तो निश्चित है— ये परिवर्तन विज्ञान द्वारा ही होंगे। क्योंकि अभी तो हम वैज्ञानिक युग के आरम्भ में ही हैं।

•

VI नए पदार्थों से सम्बन्धित नये पेशे

अब भी, जबकि वैज्ञानिक युग का आरम्भ ही है, ससार वैज्ञानिकों पर निर्भर है। भविष्य में तो वैज्ञानिकों का महत्त्व और भी अधिक बढ़ जाएगा तथा अधिक वैज्ञानिकों की आवश्यकता होगी। वैज्ञानिकों को यह सोचने की जरूरत नहीं होगी कि 'क्या मुझे नौकरी मिल सकती है?' आज प्रत्येक उद्योग में वैज्ञानिकों की मांग है, और उन्हें वैज्ञानिकों को काफी वेतन देना पड़ता है। तब आप वैज्ञानिक कैसे बनें?

इसकी सब से अच्छी विधि तो यह है कि आप किसी विश्वविद्यालय में जाएं और वहाँ विज्ञान का अध्ययन करें परन्तु इस से पहले आपको स्कूल में विज्ञान पढ़ना पड़ेगा और उसमें आपकी रुचि भी होनी चाहिए। रसायन, भौतिकी और गणित में उच्च योग्यता विश्वविद्यालय में प्राप्त की जा सकती है जहाँ आपको अपने देश से छात्रवृत्ति भी मिल सकती है। ये तीन विषय विज्ञान और इंजीनियरी के लिए मूल हैं।

यदि आप धातुकर्मी बनना चाहते हैं तो आपको विश्वविद्यालय में धातुकर्म का कोर्स लेना होगा परन्तु धातु उद्योग में आप एक रसायनज्ञ, भौतिकीविद, इंजीनियर या गणितज्ञ के रूप में भी जा सकते हैं। रसायनज्ञ अयस्क को भूमि में से निकालने में मदद करते हैं, और रसायनज्ञ, भौतिकीविद और इंजीनियरों की आवश्यकता धातु को ढालने तथा परीक्षण में होती है। परन्तु सम्भवतः भविष्य में सब से अधिक महत्त्वपूर्ण धातुकर्मी सैद्धान्तिक धातुकर्मी ही होंगे—यानी वे गणितज्ञ और भौतिकीविद जो यह भी जानते हों कि धातु के अन्दर का भाग कैसा होता है।

यदि आप अन्य नये पदार्थों—प्लास्टिकों का उपयोग करना चाहते हैं तो आपको यूनिवर्सिटी में जाकर रसायन या रसायन इंजीनियरी पढ़नी चाहिए। सामान्यतः रसायनज्ञ जो 'मनकाओ' और विशाल श्रृंखलाओं को साथ जोड़-तोड़ करके नए प्लास्टिकों की खोज करता है और रसायन-इंजीनियरी ही इन प्रयोगशालाओं की खोज का उपयोग करके विशाल कारखानों में हजारों टन मात्रा में इन नये पदार्थों को बनाता है। रसायन इंजीनियर तेल शोधक कारखानों,

'कैट-क्रैकर' और धातुओं को पघल करने वाले अधिष्ठाता की डिजाइन तैयार करता है। आप यूनिवर्सिटी में जाकर रसायन या इंजीनियरी का अध्ययन कर सकते हैं और यदि चाहें तो एक दो साल लगाकर रसायन-इंजीनियरी भी कर सकते हैं। कुछ यूनिवर्सिटीया में आप सीधे ही रसायन इंजीनियरी का अध्ययन शुरू कर सकते हैं।

परन्तु यदि आप स्कूल में सीधे यूनिवर्सिटी में नहीं जा सकते तो यह न सोचिए कि आप कभी भी वैज्ञानिक नहीं बन सकते। उदाहरण के लिए आप धातु निमाता कम्पनी में काम शुरू कर सकते हैं जहाँ आपका एक वर्ष का प्रायोगिक प्रशिक्षण के बाद किसी यूनिवर्सिटी में भर्जगी या आपका हफ्ते में कुछ दिन किसी तकनीकी कालज में जान का राय देगी जबकि बाकी समय आप उसकी फैक्ट्री या प्रयोगशाला में काम करते रहेंगे। इस प्रकार आप एक डिप्लोमा या सर्टिफिकेट प्राप्त कर सकते हैं। जो लगभग एक डिग्री के बराबर होगा और आपका काफी प्रायोगिक अनुभव भी प्राप्त हो जाएगा। यह चीज यूनिवर्सिटी के वैज्ञानिकों को प्रायः नहीं मिल सकती। अधिकांश प्लास्टिक बनाने वाली बड़ी कम्पनियाँ और तेल कम्पनियाँ अपने रसायन और रसायन इंजीनियरों का इसी तरह प्रशिक्षण देती हैं। उनमें से कुछ के प्रशिक्षण स्कूल इतने बड़े होते हैं कि स्वयं यूनिवर्सिटी के समान ही होते हैं।

पारिभाषिक शब्दावली

अपतृण	weed
अपमार्जक	detergent
अयस्क	ore
आघात पट्ट	dash board
आर्डिल	Ardil
ईंधन	fuel
इलेक्ट्रॉनिक मस्तिष्क	electronic brain
उत्प्रेरक	catalyst
ऊष्मा अवरोध	heat barrier
ऊष्मा विनिमय यंत्र	heat exchanger
ऊष्मासह	heat proof
औषधि	drug
कच्चा तेल	crude oil
कॉक पिट	cock pit
काचीय प्लास्टिक	glassy plastic
क्रॉस बंध	cross link
गियर	gear
गेस्केट	gasket
चालक टरबाइन	drive turbine
चूर्ण धातुकर्म	powder-metallry
जग	rust
जग रोधी	rust proof
जल रुद्ध	water proof
जोन मेल्टिंग	zone melting
टरबाइन	turbine
टेनेस्को	tenesco
टेरीलीन	Teryline
टेलीविजन	Television
ट्राजिस्टर	Transistor
ढालना	shaping
तेल मोहर	oil seal
दहन	combustion
दूरनियंत्रित प्रक्षेपास्त्र	guided missile
धातु	metal

परिभाषित शब्दावली

धातुयुग्म	metal pair
धातु वर्धन	metal growth
ध्वनि अवरोध	sound barrier
तन्मय	flexible
नासिका	nose
निम्नोच्च मिश्रधातु	nimonic alloy
निर्वात भट्टी	vacuum furnace
निवाह नलिका	exhaust pipe
नाभ	propeller
पटल	blades
पदार्थ	material
परमाणु ईंधन	atomic fuel
परमाणु शक्ति यंत्र	atomic power station
परध्वनिक	supersonic
परिष्कारणशाला	refinery
पार अटलांटिक	trans atlantic
पीतल	brass
प्रधान	shock
प्रबलकारी धातु	strengthening metal
फर	fur
फाइबरग्लास	fibre-glass
बर्तन	bearing
भंगुर	brittle
मृदु इस्पात	mild steel
मथ	head

वाल्व	valve
धातु वैद्युत	electrical metals
विमान	aeroplane
विस्कोस	viscose
श्रृंखला	chain
शैल वेधक	rock drill
श्रान्ति	fatigue
सक्षारक	corrosive
सक्षारण रोधी	corrosion proof
सपीडित	compressed
सपीडित्र	compressor
सरेस	glue
सिलिडर शीर्ष	cylinder head
सेलुलोस	cellulose
स्वाचालन	automation
हुक	hook

—

